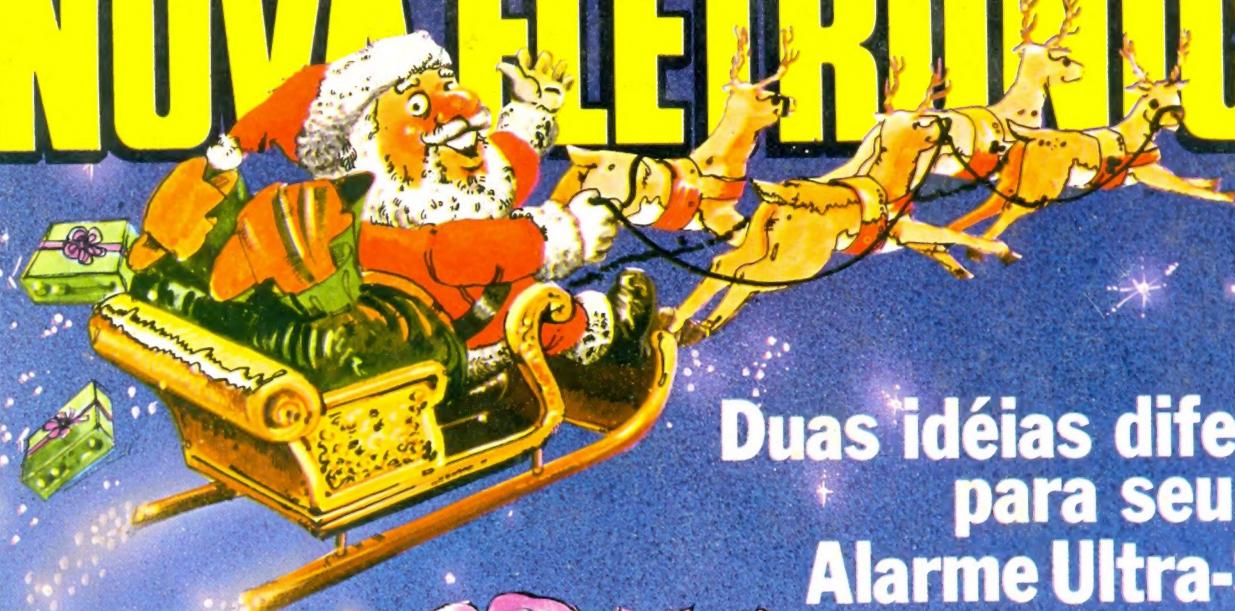


# NOVA ELETROÔNICA



Duas idéias diferentes  
para seu carro:  
**Alarme Ultra-Sônico  
para automóveis  
e Buzina Musical  
Programável**



**Mini-kit:  
Pisca-pisca  
com LEDs para sua  
árvore de Natal**

**Na seção Prática,  
um interface de  
potência para  
microcomputadores e  
um decodificador digital  
para radiocomando**

**Melhorando o traçador de curvas**

**As modernas impressoras para computadores**



# NOVA ELETRÔNICA

**EDITOR E DIRETOR RESPONSÁVEL LEONARDO BELLONZI**

**CONSULTORIA TÉCNICA** Geraldo Coen/Joseph E. Blumenfeld/Juliano Barsalio/Leonardo Bellonzi

**REDAÇÃO** Juliano Barsalio/José Roberto da S. Caetano/Paulo Nubile/Ronaldo

**DIAGRAMADOR** Luiz Pedro Navarro

**ARTE** Luiz Pedro Navarro/Vanílido Pacheco dos Santos/Eraldo de Siqueira Santos/Irene de Souza/Oriana Lídia Tossani

**EQUIPE TÉCNICA** Everaldo R. Lima/Márcio Klein/Renato Bottini/Salomão Choueri Jr.

**DEPTO. ASSINATURAS** Marizilda Mastandrea

**DEPTO. DE PUBLICIDADE** Gerente Comercial Rodolpho Celiberto Contato Carlos Alberto Lopes

**COLABORADORES** Alberto Naddeo/Gary Gronich/Geandrél/Marcia Hirth

**CORRESPONDENTES NOVA IORQUE** Guido Forgnoni/MILÃO Mário Magrone/GRÂ-BRETANHA Brian Dance

**FOTOGRAFO** Carlos Augusto de Souza Campos

**CAPA ILUSTRAÇÃO** Alberto Naddeo — LAY OUT Luiz Pedro Navarro

**COMPOSIÇÃO** J.G. Propaganda Ltda./**FOTOLITO** Estúdio Gráfico M.F. Ltda.

**IMPRESSÃO** Cia. Lithographica Ypiranga/**DISTRIBUIÇÃO** Abril S.A. Cultural e Industrial

**NOVA ELETRÔNICA** é uma publicação de propriedade da **EDITELE** — Editora Técnica Eletrônica Ltda. — Redação, Administração e Publicidade: Rua Hélade, 125 — CEP 04634 — V. Santa Catarina — SP.

**TODA CORRESPONDÊNCIA DEVE SER EXCLUSIVAMENTE ENDEREÇADA À NOVA ELETRÔNICA**

— CAIXA POSTAL 30.141 — 01000 S. PAULO, SP

REGISTRO N.º 9.949-77 — P. 153 — TIRAGEM DESTA EDIÇÃO: 60.000 EXEMPLARES.

<b>Kits</b>	Alarme ultra-sônico para automóveis .....	3
	Buzina musical programável .....	13
	Mini-kit: Luzes de Natal em estado sólido .....	21
<b>Seção do principiante</b>	O problema é seu .....	24
	A eletrônica dos circuitos básicos .....	27
<b>Teoria e informação</b>	Não está nos livros .....	34
	Bancada .....	36
	A tabela do mês .....	40
	Idéias do lado de lá .....	41
	Livros em revista .....	42
	Antologia .....	46
	Novidades industriais .....	52
	Conversa com o leitor .....	55
	Notícias da NASA .....	59
	Componentes .....	61
	Noticiário .....	63
<b>Áudio</b>	Em pauta .....	64
	Proteção contra transientes de rede .....	66
<b>Engenharia</b>	Prancheta do projetista — série nacional .....	74
	Prancheta do projetista .....	76
	Novo amplificador de isolamento integrado a dois transformadores .....	79
<b>Suplemento BYTE</b>	As impressoras da era do processamento de dados .....	91
<b>Cursos</b>	Prática nas técnicas digitais — 24.ª lição .....	95
	Instrumentação analógica e digital básica — 7.ª lição .....	101

*Todos os direitos reservados; proibe-se a reprodução parcial ou total dos textos e ilustrações desta publicação, assim como traduções e adaptações, sob pena das sanções estabelecidas em lei. Os artigos publicados são de inteira responsabilidade de seus autores. É vedado o emprego dos circuitos em caráter industrial ou comercial, salvo com expressa autorização escrita dos Editores, sendo apenas permitido para aplicações didáticas ou dilettantes. Não assumimos nenhuma responsabilidade pelo uso de circuitos descritos e se os mesmos fazem parte de patentes. Em virtude de variações de qualidade e condições dos componentes, os Editores não se responsabilizam pelo não funcionamento ou desempenho suficiente dos dispositivos montados pelos leitores. Não se obriga a Revista, nem seus Editores, a nenhum tipo de assistência técnica nem comercial; os protótipos são minuciosamente provocados em laboratório próprio antes de suas publicações. NÚMEROS ATRASADOS: preço da última edição à venda. A Editele vende números atrasados mediante o acréscimo de 50% do valor da última edição posta em circulação. ASSINATURAS: não remetemos pelo reembolso, sendo que os pedidos deverão ser acompanhados de cheque visado pagável em S. PAULO, em nome da EDITELE — Editora Técnica Eletrônica Ltda.*

# PROTECAR

## a proteção definitiva para o seu carro

Proteger-se contra roubos é apenas um entre os inúmeros problemas que o proprietário de automóvel tem nos dias de hoje.

Para este tipo de problema, pelo menos, a equipe NE tem uma solução a propor. Um moderno e eficiente sistema de alarme por ultra-som, de ação espacial, imperceptível, que, ao menor movimento em seu campo de cobertura, acusa de imediato a intrusão.

O efeito *doppler*, no qual se baseia o PROTECAR, é a variação na freqüência de um sinal que atinge um objeto, observada quando há movimento neste objeto ou na fonte transmissora. Uma aplicação bem "sentida" do efeito *doppler*, também está relacionada a carros, mas talvez não seja das mais simpáticas aos leitores. Trata-se dos radares de controle de velocidade usados nas estradas. Quando o radar é apontado a um carro, ele emite um sinal de alta freqüência que, refletido pelo carro em movimento, é captado de volta pelo aparelho e computado. A variação de freqüência detectada é função da velocidade do carro, acusando se ele está além do limite permitido.

No nosso caso, um transdutor de ultra-som colocado dentro do veículo, transmite uma freqüência em torno de 44 quilohertz, a qual é refletida pelas paredes internas do carro e recebida por outro transdutor. Quando houver um movimento no campo de ação, a

freqüência recebida apresentará uma variação de alguns hertz em relação ao sinal emitido ( $f_0 \pm \Delta f$ ). Esta variação de freqüência é então captada por um circuito especial, que diz para o alarme.

### Algumas considerações práticas

Além do circuito do alarme propriamente dito, o *kit* é dotado de três sistemas de tempo.

O primeiro tempo (figura 1), de cerca de 15 segundos, é o início de ativação, necessário para que o alarme, uma vez ligado, não seja sensibilizado pelo movimento do próprio operador. Do mesmo modo, se o alarme for sensibilizado, haverá um tempo de aproximadamente 10 segundos para que o proprietário, sabedouro da localização da chave do aparelho, possa desligá-lo antes que dispare a buzina. Caso o alarme dispare, um terceiro sistema o inibirá, após um intervalo próximo de 60 segundos, a fim de que não descarregue a bateria. Mas, se a movimenta-

Qualquer semelhança com o "Alarme Ultra-sônico Integrado", da revista 42, não é mera coincidência. Ambos baseiam-se exatamente no mesmo sistema, que vale-se do efeito *doppler* para detecção do movimento. O PROTECAR, entretanto, foi elaborado exclusivamente visando a segurança do seu carro, quer o ladrão tente entrar pela porta dianteira, traseira ou janelas.

ção no campo do alarme permanecer, o sistema de inibição não agirá.

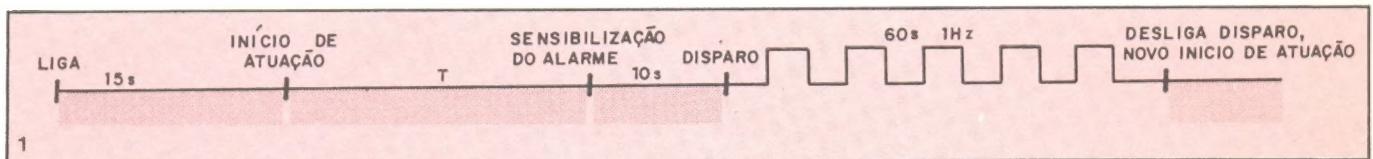
Um detalhe importante é que este alarme, ao contrário da maioria dos demais conhecidos, provoca um disparo intermitente da buzina, na freqüência de 1 Hz. Não se confunde, portanto, com possíveis disparos comuns, de barulho contínuo, causados por algum problema na parte elétrica do carro.

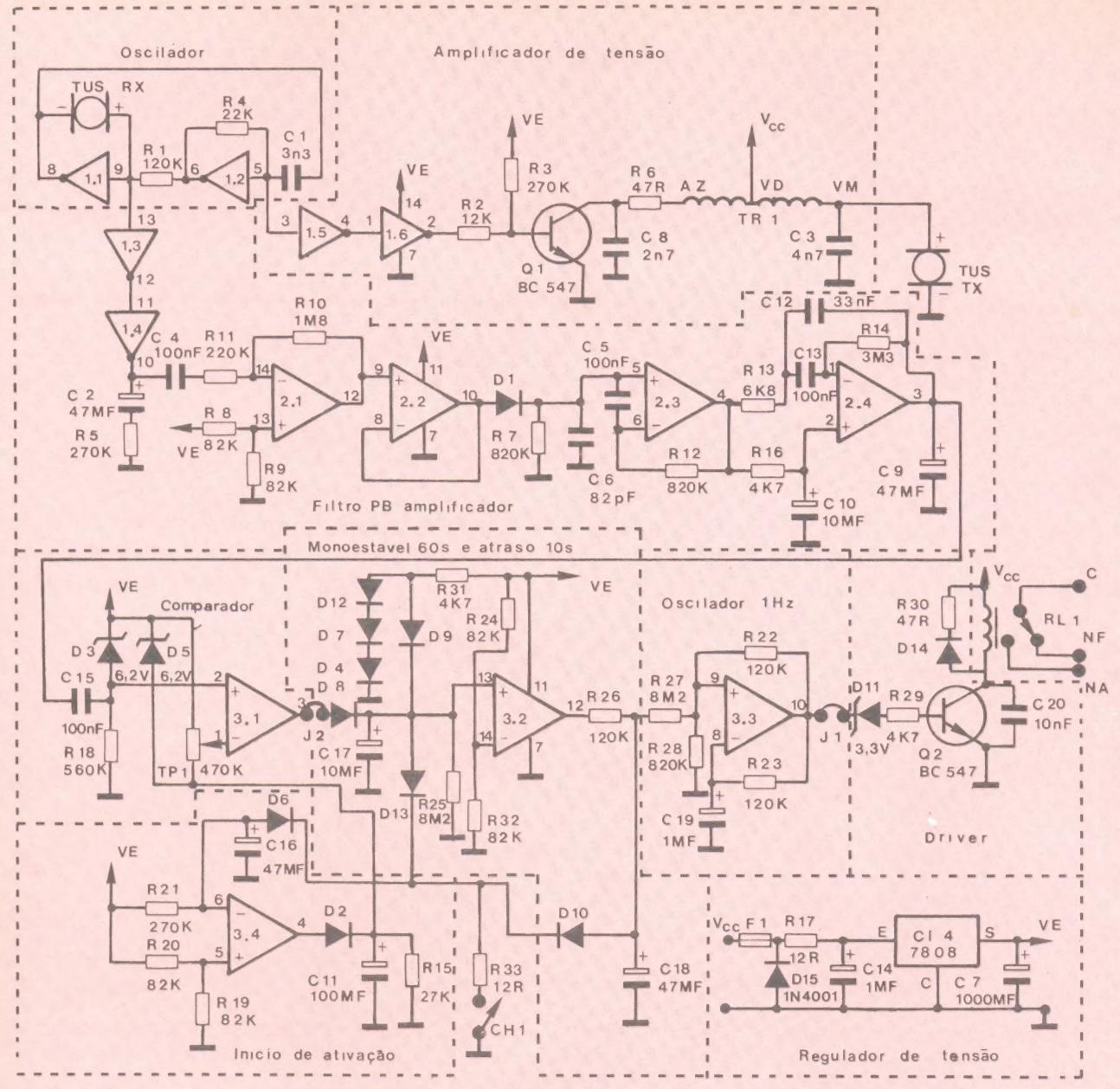
### O funcionamento do PROTECAR

Passemos agora a uma explicação simplificada do circuito do alarme. Toda ela estará baseada na figura 2, o circuito completo do *kit*.

### REGULADOR DE TENSÃO

É usado para estabilizar a tensão de alimentação, vindas da bateria, em que normalmente há uma variação em torno de 11 a 14 VCC. Conforme veremos mais adiante, nosso circuito funciona por comparação, de modo que a





tensão na maioria dos pontos deve ser estabilizada ( $V_E$ ). Esse trabalho é executado pelo integrado C14, que regula a tensão em 8 VCC. Os capacitores C7 e C14 minimizam ruídos na alimentação.

### OSCILADOR

Funciona com dois inversores (1.1 e 1.2) que atuam mais ou menos como operacionais em malha fechada. A malha de realimentação do primeiro é constituída por TUS-RX (transdutor de ultra-som), enquanto a do segundo é o resistor R5. Posto que um inversor reáimentará o outro, temos que, para a condição de oscilação, seus ganhos serão iguais e de fases opostas (G1.1 = G1.2).

Assim, o circuito é calculado para a condição acima, porém, quem dá a base de tempo é o transdutor TUS-RX. Perceba que esse transdutor (de recepção) possui dois usos, um como receptor de ultra-som e outro como base de tempo do oscilador. Esta característica, permitirá que os transdutores de transmissão e recepção, mesmo com variação de temperatura e umidade, permaneçam sintonizados na mesma freqüência.

### AMPLIFICADOR DE TENSÃO

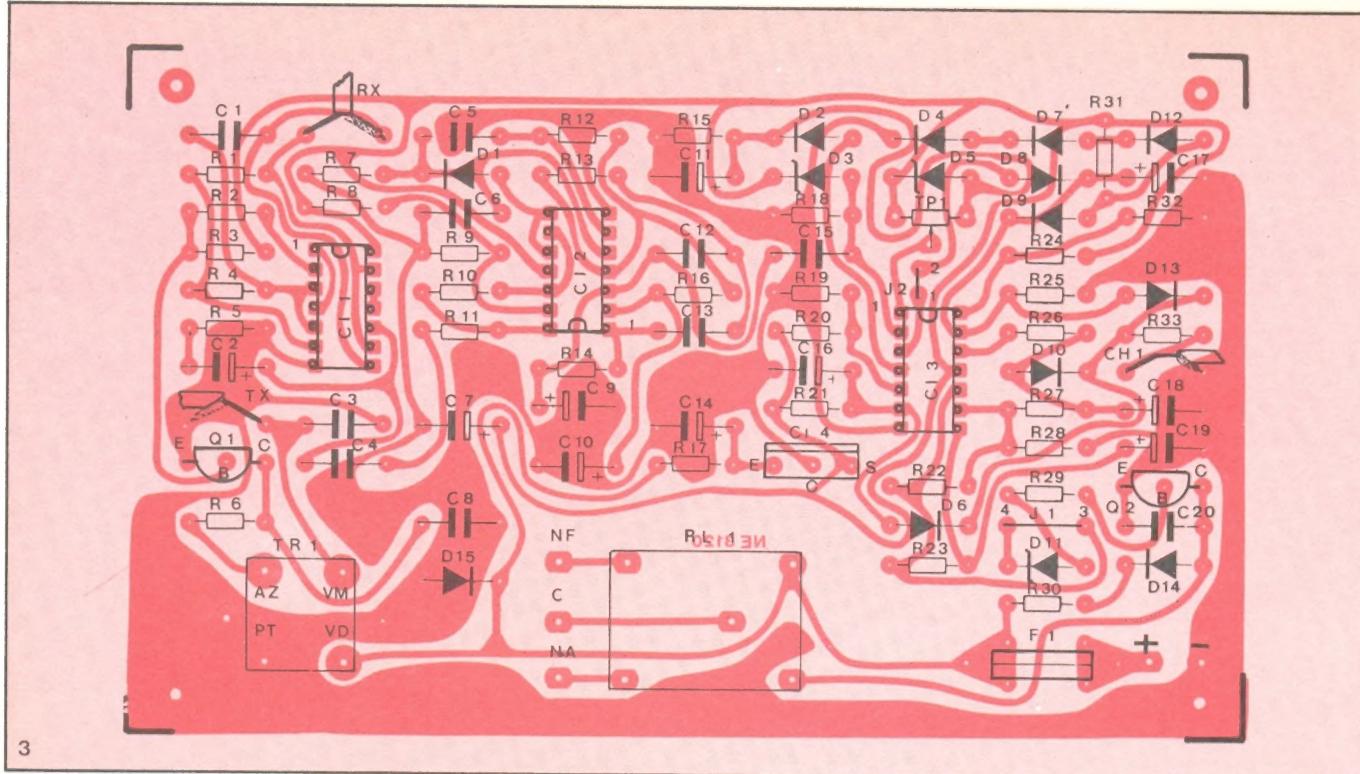
Sua atuação é semelhante à ignição do automóvel. O transdutor de transmissão necessita de uma tensão relativamente alta para seu melhor ren-

dimento. Assim, os inversores 1.5 e 1.6 quadram a onda do oscilador, esta passa então a chavear o transistor Q1, que age tal qual o platinado dos autos. O transformador TR.1 corresponde à bobina da ignição, fornecendo os 60 V<sub>pp</sub> ao transdutor de transmissão TUS-TX.

É importante notar que, devido à baixa capacidade de corrente que este sistema possui, ele não oferece o menor perigo de choque.

### FILTRO PASSA/BAIXAS/AMPLIFICADOR

Os inversores 1.3 e 1.4 atuam como buffer de todo o sinal recebido pelo transdutor ( $44 \text{ kHz} \pm \Delta f$ ) de recepção. Os operacionais 2.1 e 2.2 amplificam ▷



3

este sinal, o diodo D1, R7 e C6, fazem a primeira filtragem dos 44 kHz. Os operacionais 2.3 e 2.4, bem como os componentes a eles ligados praticamente eliminam os 44 kHz e amplificam o  $\Delta$  que é o sinal que nos interessa para a ativação do alarme.

#### COMPARADOR

O capacitor C15 desacopla a CC da saída do operacional 2.4, a entrada do comparador constituído pelo operacional 2.1.

Na entrada não inversora do amp op 2.1, teremos uma tensão de 1,8 V ( $V_E$  - 6,2 V), enquanto na entrada inversora deste haverá uma tensão de 1,8 V -  $V_{P1}$  é determinada por P1, o qual varia a sensibilidade do alarme. Assim, normalmente, a saída de 2.1 estará baixa, quando houver um  $\Delta V$  maior que  $V_{P1}$ , o comparador irá para nível alto.

#### INÍCIO DE ATIVAÇÃO

Quando a chave CH.1 está fechada (*reset*), o capacitor C16 está praticamente à terra, fazendo com que a saída do operacional 3.4 esteja alta, o que mantém o pino 1 do comparador alto (aproximadamente  $V_E$ ), impedindo sua atuação. Quando a chave CH.1 é aberta, C16 começa a descarregar-se através de R21, até a tensão no pino 6 superar o 1/2  $V_E$  do pino 5. Neste momento, a saída de C1.4 vai para nível baixo, o capacitor C11 começa a descarregar-se por R15, baixando a tensão em P1 e permitindo, dessa forma, que o comparador atue. A carga de C16 e a descarga de C11 dão os 15 segundos.

#### MONOESTÁVEL 60 SEGUNDOS E ATRASO 10 SEGUNDOS

Após o pulso fornecido pelo comparador, o capacitor C17 é carregado, levando para o nível positivo a saída do operacional 3.2, que, por sua vez, através do resistor R26, descarrega C18 até que este ative o oscilador 1 Hz.

A descarga do capacitor C17 através de R25 dá um tempo de 70 segundos, no qual a saída do amp op está alta. Destes 70 segundos, 10 são o tempo necessário para carregar C18 até o ponto em que a tensão sobre ele dispara o oscilador 1 Hz.

Assim, a descarga de C17 fornece os 60 segundos do tempo de duração do alarme (70 s - 10 s de atraso), enquanto a carga de C18 causa o atraso de 10 segundos.

#### OSCILADOR 1 Hz

O tempo deste é basicamente determinado pelo conjunto R23, C19. R22 proporciona uma histerese que faz com que o conjunto oscile ao invés de entrar em equilíbrio. Uma pequena tensão sobre a entrada não inversora do amp op 3.3, inicia a oscilação do circuito, bem como, quando a tensão neste ponto desce praticamente a zero, faz com que o conjunto pare de oscilar.

#### DRIVER

Neste circuito não há novidades. Um transistor (Q2) trabalha em emissor comum, servindo como *driver* (excitador) para o acionamento do relé. D11 evita que picos eventuais venham a acionar o relé enquanto R30 e D14

evitam que a tensão reversa da bobina do relé venha a queimar Q2.

#### A montagem do PROTECAR

Para realizar a montagem dos componentes eletrônicos, localize sempre seus pontos de colocação na figura 3 (placa de circuito impresso).

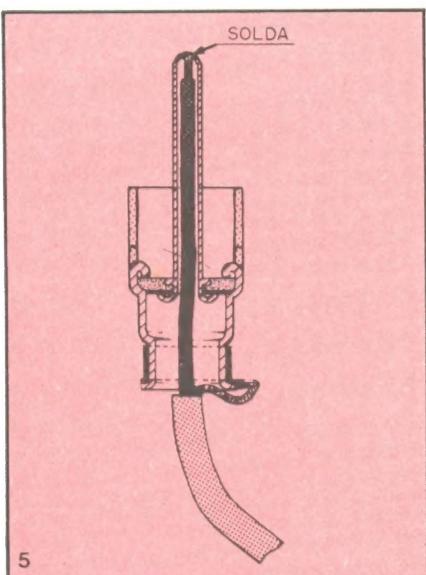
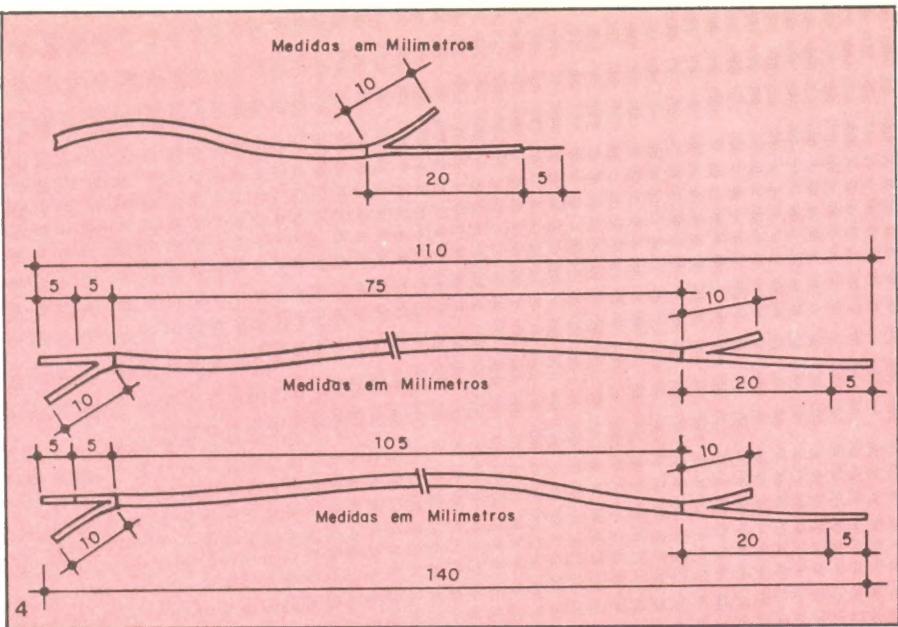
Comece soldando os resistores R1 a R33. Observe que R6 e R30 são, obrigatoriamente, de 1/4 W (os maiores), enquanto os outros podem ser de 1/8 W.

Solde os capacitores rentes à placa (principalmente C7). Preste atenção na polaridade dos eletrolíticos.

Passe aos diodos, tomando muito cuidado com a polaridade destes. Note que D3 e D5 são zeners (6,2 V), bem como D11 (3,3 V), ao passo que D15 é um diodo para maior corrente, que atuará apenas no caso de inversão na ligação da alimentação do alarme (ele queimarà rapidamente o fusível antes que outras partes do alarme sejam prejudicadas).

Os transistores são dispositivos sensíveis a sobreaquecimento, de modo que sua soldagem, a próxima na sequência, deve ser feita no tempo mínimo necessário. É interessante não lhes cortar os terminais, soldando-os de maneira que fiquem afastados da placa, uma vez que tais terminais ajudam a dissipar o calor.

Os componentes mais caros e delicados são os circuitos integrados. Não deixe de observar o seu correto posicionamento (atenção para o pino 1) e evite sobreaquecê-los.



### Montagem elétrica

Inicialmente, solde o relé à placa de circuito impresso.

Levantando as lingüetas da blindagem do transformador TR.1, retire-a e verifique se há algum capacitor soldado internamente ao mesmo; em caso positivo, corte fora esse capacitor. Prendendo novamente a blindagem, encaixe o transformador de pulso na placa, observando que as pintas existentes, próximas aos terminais, coincidam com a marcação do impresso.

Lembre-se que os fios internos deste transformador são muito delicados, de modo que você não deve forçar o encaixe. Caso encontre dificuldades nessa operação, desgaste um pouco os furos do circuito impresso. Gire um pouco o núcleo do transformador para dentro da bobina e pingue uma pequena gota de esmalte neste.

Descascando suas extremidades, solde os fios paralelos 18 AWG (os mais grossos) entre os terminais C e NA próximos ao relé.

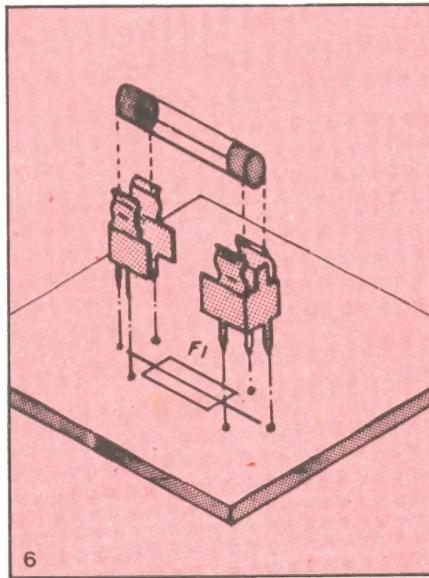
Pegue os fios paralelos preto e vermelho e, após descascar suas extremidades, solde-os aos pontos + (vermelho) e - (preto).

Solde o trimpot conforme indicação da placa.

Passemos então à soldagem dos plugues RCA.

Prepare, inicialmente, dois pedaços de fio blindado, seguindo a figura 4.

Solde as extremidades mais compridas dos fios aos plugues RCA, seguindo para cada um a definição da figura 5. Para facilitar esta tarefa, estanhe os terminais dos fios e lixe um pouco os pontos do plugue a serem soldados.



Agora, solde as outras pontas dos fios nos locais onde se lê TX (o fio mais comprido) e RX (o fio mais curto). É importante notar qual o lado em que a malha do fio é ligada.

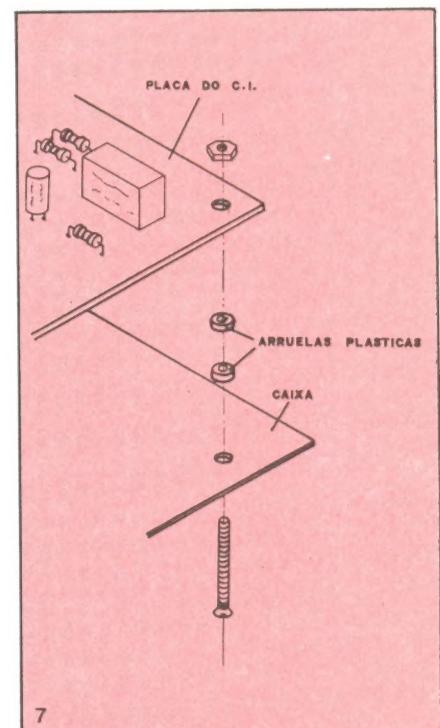
Solde os terminais do fusível, encaixando-o então como se vê na figura 6.

Corte dois pedaços de fio nú 22 AWG de 2,5 cm, soldando-os aos pontos 2 e 3 da placa, e dois outros de 5 cm aos pontos 1 e 4.

Solde 20 cm de fio blindado aos terminais CH.1 (observando o lado da malha).

### Montagem final

Encaixe as tiras de borracha nos furos frontais para os transdutores, bem como a borracha passante no furo traseiro da caixa.



7

Fixe a placa de circuito impresso à caixa, com o auxílio de quatro parafusos M3 x 18 mm, e usando dois afastadores (arruelas) e uma porca M3 para cada parafuso (veja a figura 7).

Passe os fios do relé e da alimentação através do furo traseiro da placa.

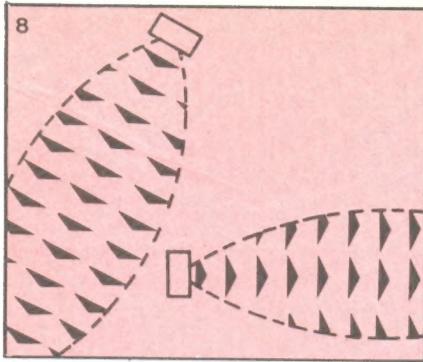
Encaixe os transdutores nos furos frontais, de modo a dar uma boa estética ao painel frontal do alarme. Encaixe nestes, então, os plugues RCA do circuito.

Solde o fio de CH.1 aos dois terminais da frente do jack fêmea.

Pegue, a seguir, o plugue macho, tire sua capa e curto circuite seus terminais.

### Instalação do PROTECAR

O primeiro ponto, é a escolha do lo-



cal exato para instalar o alarme.

O campo de proteção do alarme é aproximadamente cônico, de maneira que, para que ele proteja uma área razoável, o aparelho deve ter um certo afastamento, sem barreira que absorva o ultra-som, como na figura 8.

O alarme também deve ficar próximo à caixa de fusíveis do auto.

Um bom local para sua instalação, por exemplo, é sob o painel do veículo, perto do centro, de modo que fique levemente inclinado para cima. Veja a figura 9.

A fixação deve ser feita por meio da alça da caixa, a qual já possui dois rasgos superiores para tanto. Nesta operação, pode-se usar dois parafusos auto-atarroxantes ou o que lhe for conveniente.

Encaixe depois a caixa até a terça parte, conforme esquema da figura 10, sem apertar demais os parafusos laterais. E fixe o jack fêmea à tampa da caixa.

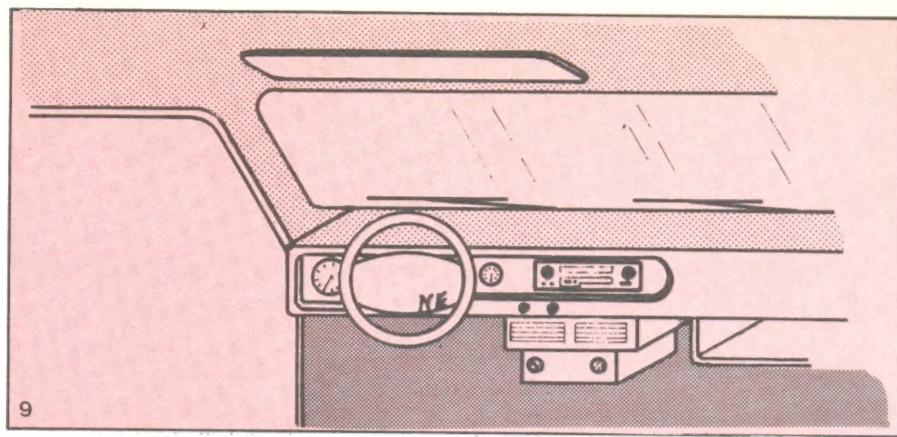
#### Ligação do alarme

Inicialmente sugerimos, para quem não possui um voltímetro, que monte um LED em série com um resistor de  $1\text{ k ohm} \times 1/4\text{ W}$  e ligue aos terminais destes um fio vermelho (+) e um preto, conforme o esquema da figura 11.

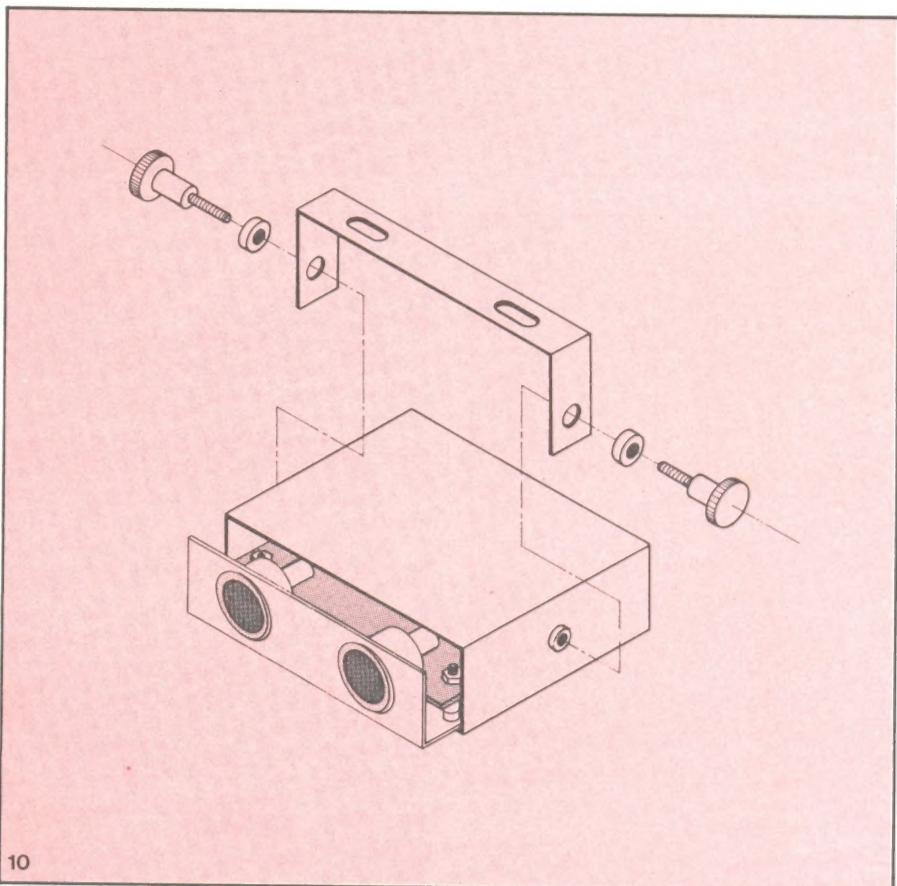
Esta montagem será de grande utilidade, não só para verificar os pontos de tensão do carro, como também para saber sua polaridade (o LED só acenderá quando ligado na polaridade correta).

Comece verificando qual polo da bateria está ligado à carcaça do carro, e ligue o fio correspondente da alimentação do alarme (pode ser ligado a qualquer parafuso em contato com a carcaça). **NÃO LIGUE AINDA O OUTRO TERMINAL.**

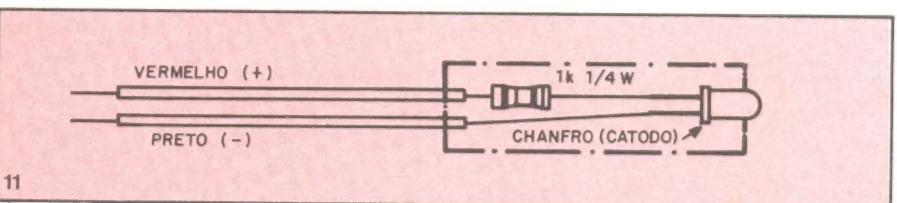
Veja se a buzina de seu carro toca sem que precise ligar a chave de ignição. Caso isto não ocorra, cheque para qual valor de corrente é o fusível da buzina (deve ser em torno de 10 A). Faça uma nova ligação para esta, diretamente da bateria (sem passar pela chave de ignição), com um fusível em série de mesmo valor verificado anteriormente. Isso permitirá que a buzina toque sem



9



10



11

que a chave de ignição precise ser ligada.

Procure um acesso fácil ao fio da buzina (se necessário descasque um pequeno trecho deste fio) e ligue a ele um dos fios do relé do alarme.

Ligue o outro fio do relé à carcaça do auto.

Verifique algum ponto de tensão

que independa da chave de ignição (por exemplo, em alguns carros, o fusível do rádio).

#### Regulagem do alarme

Una os fios nus, ligados aos pontos 1 e 4 do circuito impresso, retorcendo-os (*não os solde*).

Confira novamente a polaridade ▷

entre a carcaça e o ponto há pouco encontrado e ligue o outro fio de alimentação àquele ponto. Veja o esquema final na figura 12.

Se a buzina disparar, vá girando o trimpot TP.1 até cessar o disparo. Caso ela não dispare, gire TP.1 até o disparo, voltando um pouco então para o ponto limite em que cessa o disparo. Com isso, a regulagem já deve estar próxima do definitivo. Passe a mão na frente do alarme e veja se a buzina dá pequenos toques.

Saia do carro e mexa em suas portas, verificando se a buzina emite pequenos toques. Em caso negativo, através de TP1, torne-a mais sensível. Feche então o carro e lhe dê algumas sacudidas normais (como se alguém sentasse em cima do carro ou algo do gênero) e faça com que não haja toque da buzina nesta condição.

Repita as duas últimas operações até ter certeza de uma boa regulagem. Recomendamos não deixá-lo excessivamente sensível, para que não hajam falsos alarmes.

Após conseguir uma boa calibragem, encaixe o *jack* macho ao *reset* e desuna os fios dos pontos 1 e 4, ligando os fios dos pontos 1 com 2 e 3 com 4. Se for possível, solde-os ou então apenas retorça-os com bastante firmeza. Nestas conexões, evite a formação de uma haste longa.

Acabe de fechar o aparelho, fixando sua tampa com os parafusos autotarraxantes e apertando os parafusos laterais da alça.

Retire o plugue macho e saia do carro, deixando-o com suas portas e janelas fechadas. Espere uns dois minutos. Entre no carro e, sem encaixar o *jack* macho, aguarde cerca de 10 segundos, período no qual o alarme deve disparar. Seu alarme está pronto para o uso.

### Algumas dicas finais

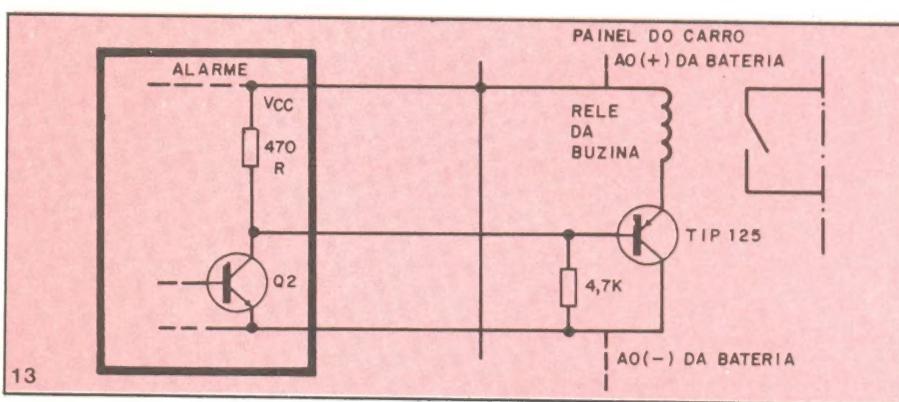
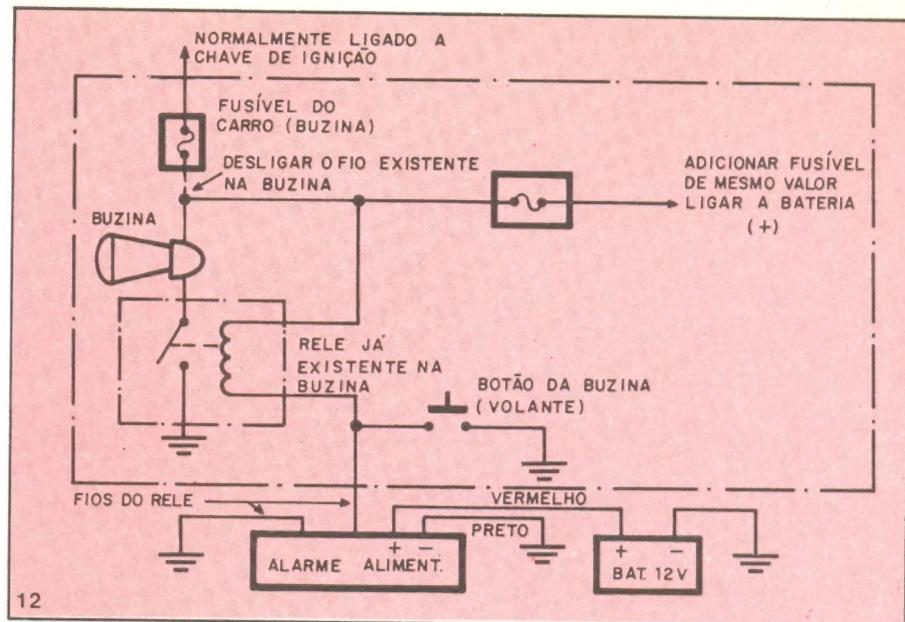
É importante notar que o PROTECAR não deve ser usado em carros com capotas de lona.

Pode acontecer que, mesmo após regulado, ele ainda esteja muito sensível e dispare devido a qualquer ruído externo (um avião passando, alguma fonte de alta tensão próxima, etc.). Em tal caso, com uma chave de fenda fina, altere um pouco a calibração através do furo no painel frontal.

Se desejar, pode mudar à sua escolha o tipo de chave pela qual desliga o alarme, bem como o local a instalá-lo, porém, use sempre cabo blindado e evite que este seja muito comprido.

Temos também uma sugestão para que, caso o larápio corte os fios que vão ao alarme, a buzina do auto dispare.

Retire o relé do alarme e substituí-lo, nos pontos que era ligada sua bobina,



por um resistor de 470 ohms.

Execute a montagem conforme o esquema da figura 13.

Desta forma, se os fios do alarme forem cortados, o transistor TIP 125 será polarizado e disparará o relé.

### Lista de componentes

#### RESISTORES

- R1 — 120 k (marrom-vermelho-amarelo)
- R2 — 12 k (marrom-vermelho-laranja)
- R3 — 270 k (vermelho-violeta-amarelo)
- R4 — 270 k (vermelho-violeta-amarelo)
- R5 — 22 k (vermelho-vermelho-laranja)
- R6 — 47 (amarelo-violeta-preto)
- R7 — 820 k (cinza-vermelho-amarelo)
- R8 — 82 k (cinza-vermelho-laranja)
- R9 — 82 k (cinza-vermelho-laranja)
- R10 — 1,8 M (marrom-cinza-verde)
- R11 — 220 k (vermelho-vermelho-amarelo)
- R12 — 820 k (cinza-vermelho-amarelo)
- R13 — 6,8 k (azul-cinza-vermelho)
- R14 — 3,3 M (laranja-laranja-verde)
- R15 — 27 k (vermelho-violeta-laranja)
- R16 — 4,7 k (amarelo-violeta-vermelho)
- R17 — 12 (marrom-vermelho-preto)
- R18 — 560 k (verde-azul-amarelo)
- R19 — 82 k (cinza-vermelho-laranja)
- R20 — 82 k (cinza-vermelho-laranja)
- R21 — 270 k (vermelho-violeta-amarelo)
- R22 — 120 k (marrom-vermelho-amarelo)
- R23 — 120 k (marrom-vermelho-amarelo)
- R24 — 82 k (cinza-vermelho-laranja)
- R25 — 8,2 M (cinza-vermelho-verde)
- R26 — 120 k (marrom-vermelho-amarelo)
- R27 — 8,2 M (cinza-vermelho-verde)
- R28 — 820 k (cinza-vermelho-amarelo)
- R29 — 4,7 k (amarelo-violeta-vermelho)
- R30 — 47 (amarelo-violeta-preto)
- R31 — 4,7 k (amarelo-violeta-vermelho)
- R32 — 82 k (cinza-vermelho-laranja)
- R33 — 12 (marrom-vermelho-preto)

Todos os resistores são de 5% de tolerância e 1/8 W, com os valores em ohms.

#### CAPACITORES

- C1 — 3,3 nF/16 V (plate ou cerâmico)
- C2 — 47  $\mu$ F/16 V (eletrolítico)
- C3 — 4,7 nF/16 V (plate ou cerâmico)
- C4 — 100 nF/16 V (schiko ou cerâmico)

C5 — 100 nF/16 V (schiko ou cerâmico)  
C6 — 82 pF/16 V (plate ou cerâmico)  
C7 — 1000  $\mu$ F/16 V (eletrolítico)  
C8 — 2,7 nF/16 V (plate ou disco)  
C9 — 47  $\mu$ F/16 V (eletrolítico)  
C10 — 10  $\mu$ F/16 V (eletrolítico)  
C11 — 100  $\mu$ F/16 V (eletrolítico)  
C12 — 33 nF/16 V (plate ou cerâmico)  
C13 — 100 nF/16 V (schiko ou cerâmico)  
C14 — 1  $\mu$ F/16 V (eletrolítico)  
C15 — 100 nF/16 V (schiko ou cerâmico)  
C16 — 47  $\mu$ F/16 V (eletrolítico)  
C17 — 10  $\mu$ F/16 V (eletrolítico)  
C18 — 47  $\mu$ F/16 V (eletrolítico)  
C19 — 1  $\mu$ F/16 V (eletrolítico)  
C20 — 10 nF/16 V (schiko ou cerâmico)

#### DIODOS

D1 — 1N914  
D2 — 1N914  
D3 — 1N4735 ou 1N753 (zener 6,2 V)  
D4 — 1N914  
D5 — 1N4735 ou 1N753 (zener 6,2 V)  
D6 — 1N914  
D7 — 1N914  
D8 — 1N914  
D9 — 1N914

D10 — 1N914  
D11 — 1N728 ou 1N476 (zener 3,3 V)  
D12 — 1N914  
D13 — 1N914  
D14 — 1N914  
D15 — 1N4001

#### TRANSISTORES

Q1 — BC547  
Q2 — BC547

#### CIRCUITOS INTEGRADOS

CI1 — 4069 (*hex inverter*)  
CI2 — 4136 (quad amp op)  
CI3 — 4136 (quad amp op)  
CI4 — 7808 (regulador de tensão)

#### GERAIS

G1 — fusível de 0,25 A  
G2 — porta-fusível (2)  
G3 — par casado de transdutores de ultra-som  
G4 — borracha passante de 3/8 mm  
G5 — tiras de borracha com veia (22 cm)  
G6 — placa de circuito impresso NE3210  
G7 — transformador de pulso  
G8 — relé

G9 — plugue macho  
G10 — plugue fêmea  
G11 — plugue macho RCA (2)  
G12 — 0,5 m de fio blindado 22 AWG  
G13 — 1,5 m de fio paralelo 18 AWG  
G14 — 1,5 m de fio paralelo 22 AWG (preto e vermelho)  
G15 — 3 m de solda  
G16 — parafusos M3 x 18 mm (4)  
G17 — arruelas plásticas 8 x 3 mm (8)  
G18 — porcas sextavadas M3 (4)  
G19 — caixa  
G20 — tampa da caixa  
G21 — arruelas de fixação da alça (2)  
G22 — parafusos da alça (2)  
G23 — alça  
G24 — trimpot 470 k $\Omega$   
G25 — parafusos auto-atarraxantes p/ fixação da caixa (3)

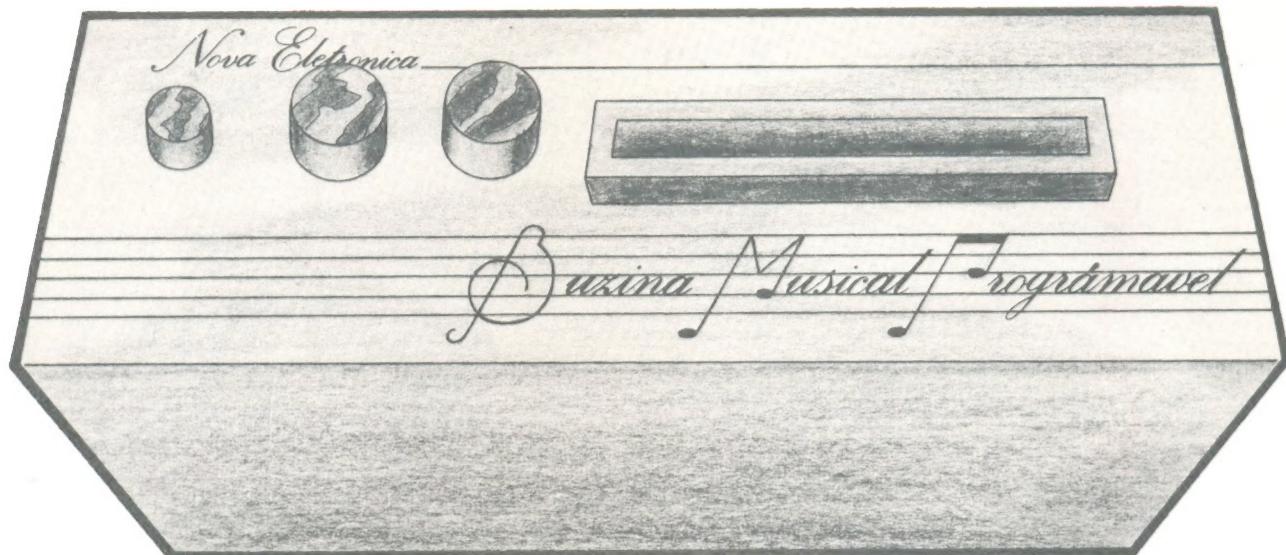
Este kit, assim como os demais kits Nova Eletrônica, podem ser adquiridos, prontos para montar, na Filcres e em todos os representantes espalhados pelo Brasil. Consulte sempre as últimas páginas de cada número da Nova Eletrônica para manter-se informado sobre kits e representantes.

# EM BREVE...

...a Filcres estará atendendo  
em suas novas instalações, mais  
amplas e mais modernas.

O objetivo é atender cada vez melhor  
aos seus clientes, que tanto contribuiram  
para essa expansão.

# Buzina Musical Programável



Você pode dar um toque pessoal ao seu automóvel. Sem desfazer-se da buzina comum (cuja presença é legalmente indispensável), instale uma buzina eletrônica musical no seu veículo e escolha e programe a música que desejar.

A programação desta buzina é feita num cartão de circuito impresso, encaixável externamente no aparelho, de forma que você poderá alterá-la facilmente quando quiser.

Para isso, basta que a seqüência ou tre-

cho musical escolhido tenha um máximo de 15 notas, que poderão ser selecionadas dentro de uma escala de 13 tons proporcionados pelo kit.

A buzina oferece ainda controles de velocidade da seqüência e decaimento (sus-tentação) do som. Em termos elétricos, é alimentada pela bateria de 12 VCC do veículo e seu consumo é nulo quando não acionada.

Equipe técnica NOVA ELETRÔNICA

## Descrição do circuito

Toda a nossa descrição do circuito estará baseada na figura 1, o esquema geral da buzina musical.

Siga a nossa explicação dividida bloco a bloco.

## GERADOR DE CLOCK

Constitui-se de um oscilador tipo RC, onde P1, R12 e C4, determinam a freqüência de oscilação do circuito. Seu funcionamento é relativamente simples. Supondo-se inicialmente Q4 descarregado, os transistores Q8 e Q6 estão cortados. Desse modo, o coletor de Q6 é mantido a uma tensão constante, através do divisor de tensão constituído por R15 e R9. O capacitor C4 começa então a se carregar através de P1 e R12 até o ponto em que Q6 é levado à saturação, forçando também Q8 a este estado. A tensão no coletor de Q8 está, neste instante, próxima de 0,2 V. O capacitor C4 se descarrega rá-

pidamente, então, através dos transis-tores, até que estes voltem novamente ao corte, começando um novo período de oscilação. Todo esse processo produzirá impulsos com freqüência regulável através de P1.

## BUFFER

Os impulsos gerados pelo clock são aplicados à base de Q9 por meio do divisor resistivo formado por R13 e R14. Este transistor age como buffer e inversor (posto que o pulso é negativo, e o que necessitamos, positivo). No seu coletor temos os impulsos positivos que são aplicados à entrada do contador Cl2, ao reset do gerador de subarmônicas e à entrada do transistor Q5 para o circuito de decaimento.

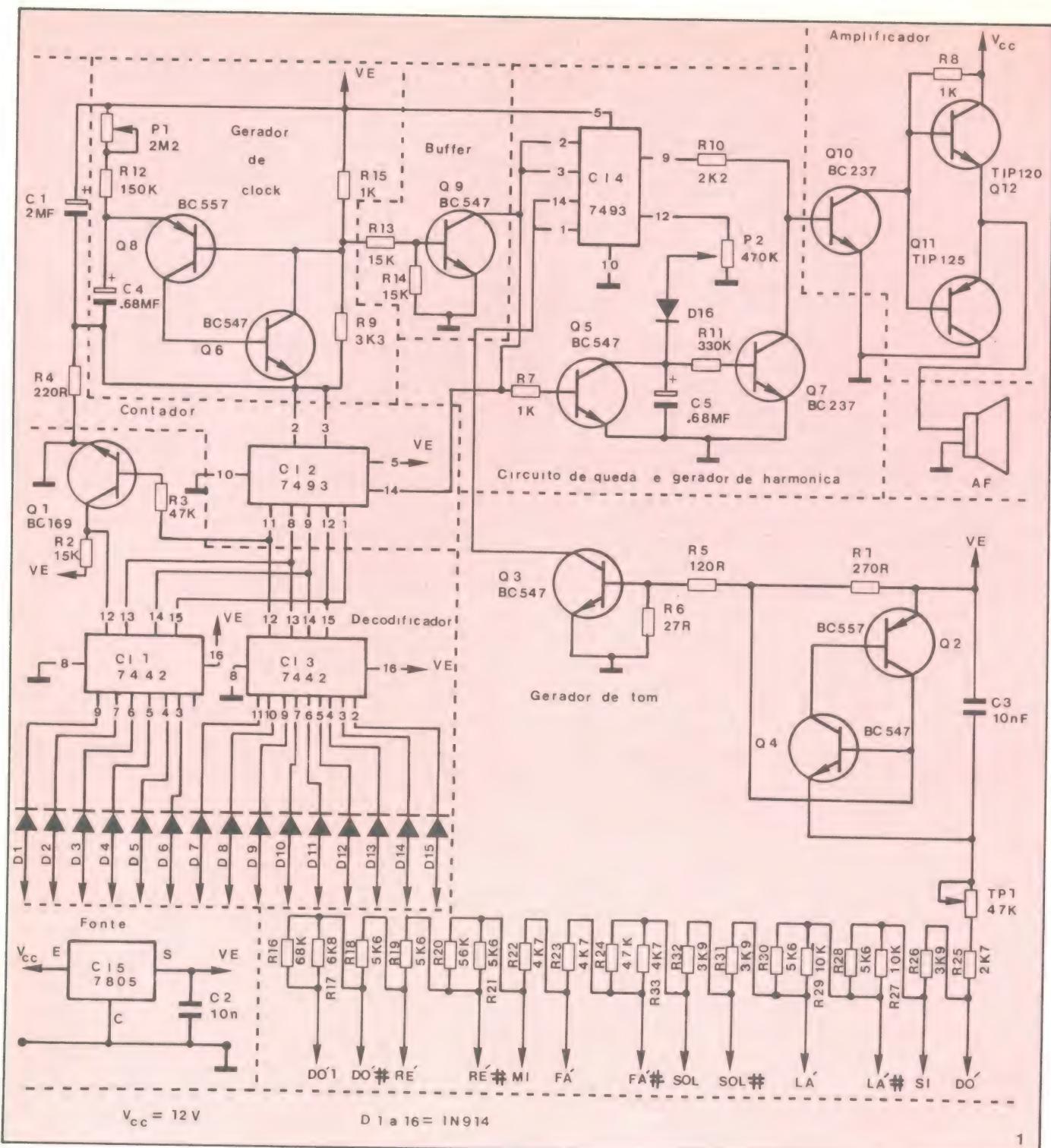
## CONTADOR

O contador Cl2 é um circuito integrado 7493. Quando a buzina é aciona-

da, o contador é rapidamente zerado pela ação do circuito C1/R4, que possibilita a aplicação de um pulso positivo (igual à alimentação) ao pino de reset (2) do contador. Após esse breve instante, a tensão nesse pino volta imediatamente a zero, permitindo que o contador inicie a contagem. Assim sendo, o início da contagem nunca será aleatório, sempre partirá de zero.

Iniciada a contagem, o contador é comandado pelos pulsos do gerador de clock, aplicados ao pino 14 de Cl2. As saídas QA, QB, QC e QD são respectivamente os seus pinos 1 e 12, 9, 8 e 11, sendo QA o bit menos significativo.

Desta forma, depois do primeiro pulso, a saída no pino 12 (que está interligado ao pino 1) vai para a condição "1". No segundo pulso, o pino 9 vai para "1" e o 12 para "0". No terceiro pulso, os pinos 9 e 12 vão para "1". E as-►



sim, sucessivamente, o contador apresenta em suas saídas a contagem de 16 bits que é aplicada às entradas dos decodificadores.

## DECODIFICADORES

O decodificador CI2 é do tipo BCD para decimal. Os pinos 12 a 15 representam as entradas, e os pinos 1 a 7 e 9 a 11 as saídas. Para cada entrada selecionada, apenas uma das saídas é levada à condição "0". Esse decodifica-

dor possui somente 10 saídas, consequentemente só decodifica os números binários de 0 (0000) a 9 (1001). Como uma seqüência de apenas nove notas (pois não usamos o estado 0000) seria insuficiente para executar grande parte das seqüências musicais, e como o contador Cl2 tem capacidade para contar 16 bits, utilizamos um recurso para aproveitar toda a capacidade do mesmo. Incluímos mais um decodificador que, no circuito impresso

aparece como Cl1, exceto que o bit mais significativo é invertido.

Mais significativo e invertido.

Você pode observar na tabela I as entradas e saídas dos decodificadores em função de cada combinação de saída do contador. As saídas indicadas com X são irrelevantes (é indiferente que elas estejam em "0" ou "1"), visto que não são conectadas. A cada impulso que o contador recebe, suas saídas mudam de estado e levam apenas uma das saídas dos decodificadores.

DECODIFICAÇÃO CI-3															DECODIFICAÇÃO CI-4															
	Entradas				Saídas											Saídas				Entradas										
PINOS	12	13	14	15	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15		
—	Q <sub>D</sub>	Q <sub>C</sub>	Q <sub>B</sub>	Q <sub>A</sub>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Q <sub>D</sub>	Q <sub>C</sub>	Q <sub>B</sub>	Q <sub>A</sub>		
0	0	0	0	0	0	X	1	1	1	1	1	1	1	1	X	X	1	1	1	1	1	1	1	X	X	1	0	0	0	
1	0	0	0	0	1	X	0	1	1	1	1	1	1	1	X	X	1	1	1	1	1	1	1	X	X	1	0	0	1	
2	0	0	1	0	X	1	0	1	1	1	1	1	1	1	X	X	1	1	1	1	1	1	1	X	X	1	0	1	0	
3	0	0	1	1	X	1	1	0	1	1	1	1	1	1	X	X	1	1	1	1	1	1	1	X	X	1	0	1	1	
4	0	1	0	0	X	1	1	1	0	1	1	1	1	1	X	X	1	1	1	1	1	1	1	X	X	1	1	0	0	
5	0	1	0	1	X	1	1	1	1	0	1	1	1	1	X	X	1	1	1	1	1	1	1	X	X	1	1	0	1	
6	0	1	1	0	X	1	1	1	1	0	1	1	1	1	X	X	1	1	1	1	1	1	1	X	X	1	1	1	0	
7	0	1	1	1	X	1	1	1	1	1	0	1	1	1	X	X	1	1	1	1	1	1	1	X	X	1	1	1	1	
8	1	0	0	0	X	1	1	1	1	1	1	0	1	X	X	1	1	1	1	1	1	1	X	X	0	0	0	0		
9	1	0	0	1	X	1	1	1	1	1	1	0	X	X	1	1	1	1	1	1	1	X	X	0	0	0	1			
10	1	0	1	0	X	1	1	1	1	1	1	1	X	X	O	1	1	1	1	1	1	1	X	X	0	0	1	0		
11	1	0	1	1	X	1	1	1	1	1	1	1	X	X	1	0	1	1	1	1	1	1	X	X	0	0	1	1		
12	1	1	0	0	X	1	1	1	1	1	1	1	X	X	1	1	0	1	1	1	1	1	X	X	0	1	0	0		
13	1	1	0	1	X	1	1	1	1	1	1	1	X	X	1	1	1	0	1	1	1	1	X	X	0	1	0	1		
14	1	1	1	0	X	1	1	1	1	1	1	1	X	X	1	1	1	1	0	I	X	X	0	1	1	0	1			
15	1	1	1	1	X	1	1	1	1	1	1	1	X	X	1	1	1	1	1	0	X	X	0	1	1	1	1			

res à condição "0". Dessa forma, D1 a D15 são levados seqüencialmente a "0". Quando todas as saídas do contador estiverem em "0", todos os diodos estarão em "1".

#### GERADOR DE TOM

O circuito gerador de tom é constituído por um oscilador astável, semelhante ao apresentado no gerador de *clock*. A carga do capacitor C3 se dá através do trimpot TP1 e da rede de resistores R16 a R33.

Próximos aos resistores R16 e R33 existem 13 fios que formam as combinações necessárias para se obter 13 notas. Desta forma, quando aterrarmos um desses fios, este liga à terra os resistores necessários para que a constante de tempo RC que define a frequência, seja a da nota correspondente. Através de TP1 obtemos uma afinação aproximada das notas (para uma melhor afinação deveríamos ter regulagens individuais para cada nota), su-

ficiente, porém, para um bom desempenho da nossa buzina.

Assim, se conectarmos, por exemplo, os diodos do decodificador ao fio cujo conjunto RC oscile na freqüência da nota M1, e conectarmos as demais saídas do fio que façam o oscilador trabalhar na freqüência da nota F4, teremos uma seqüência cujas primeiras três notas serão M1 e as 12 notas seguintes serão F4.

#### CIRCUITO DE QUEDA E GERADOR DE HARMÔNICA

A freqüência do gerador de tom amplificada por Q3 vai para a entrada do contador CI4. Tal freqüência só é transmitida aos pinos 9 e 12 quando os pinos 2 e 3 (*reset*) estão aterrados, portanto, quando Q9 está saturado. Em consequência, Q9 (*buffer do clock*) dá a separação entre as notas.

No pino 9 do CI4 a freqüência é dividida por dois, resultando na freqüência da 2ª harmônica da nota. A fre-

quênciaria original, misturada com sua 2ª harmônica em Q10, forma um som mais agradável (menos metálico). Ao mesmo tempo que Q9 aterra os pinos 2 e 3 do CI4, ele corta Q5. Quando Q5 entra em corte, C5 começa a carregar-se com uma velocidade que depende do potenciômetro P2, até sua tensão saturar Q7, que, por sua vez, cortará Q10. Desta forma, a sustentação da nota é regulada por P2.

#### AMPLIFICADOR

O transistor Q10 atua como pré-amplificador, enviando o sinal para Q11 e Q12, que trabalham de modo semelhante a um amplificador classe B. Não podemos, entretanto, dizer que eles realmente amplificam sinais de áudio, pois trabalham apenas em saturação ou corte, fornecendo uma onda quadrada ao alto-falante.

Comece soldando os resistores R1 a R33, bem rentes à placa, e corte seus excessos de terminais.

Solde os capacitores, também rentes à placa, e dê especial atenção aos eletrolíticos e de tântalo, que têm polaridades especificadas.

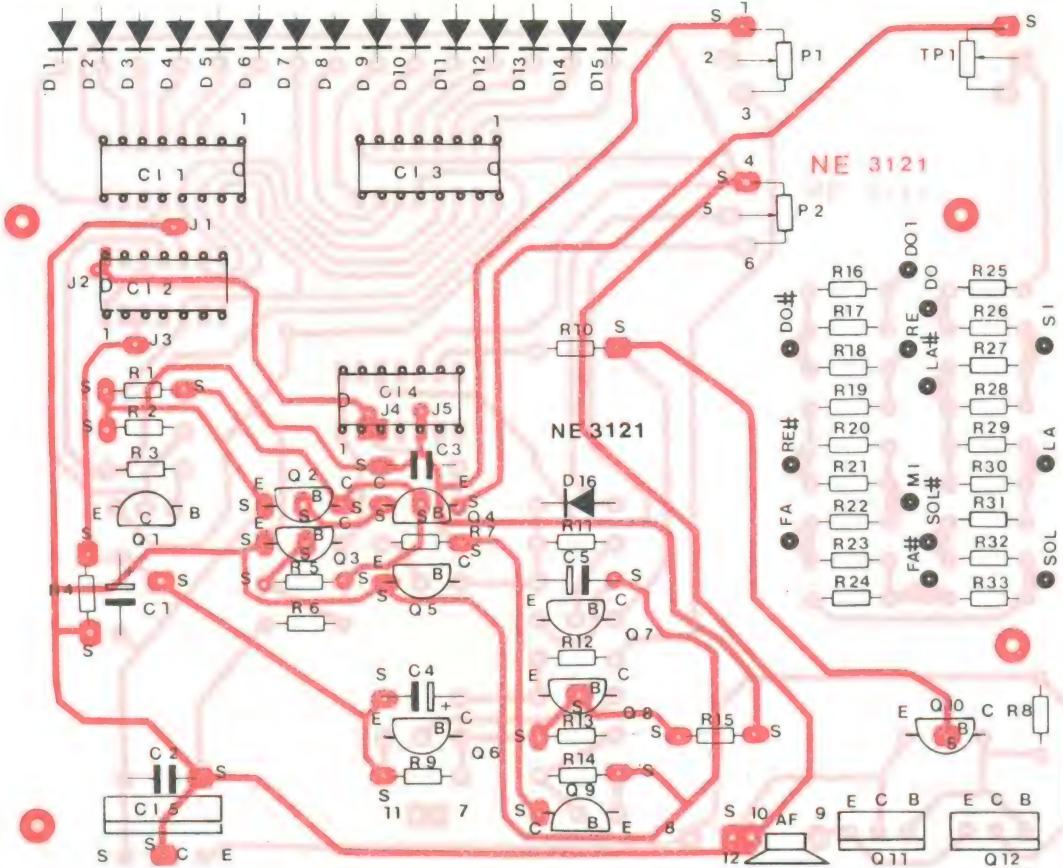
Quanto aos diodos (D1 a D15), seus catodos (lado da faixa) devem ser soldados à placa com um afastamento de aproximadamente 10 mm. Corte a sobra do terminal soldado, mas deixe o outro terminal (do anodo) INTEIRO. D16 pode ser soldado normalmente, de acordo com sua polaridade.

Você pode reparar que próximos aos pontos de soldagem de alguns componentes existe uma letra "S" (32 pontos ao todo). Tais pontos servem para interligar o cobreado dos dois lados da placa. Portanto, nestes pontos, solde as pernas dos componentes de ambos os lados.

Da mesma forma, existem cinco pontos "J" no circuito, que são *jumper*s entre as duas faces da placa. Use pequenos pedaços de fios ou sobras de terminais, cortados bem rentes à placa, e solde-os de ambos os lados.

Agora, os transistores. Você não deve cortar os terminais destes componentes, uma vez que são sensíveis ao sobreaquecimento e seus terminais ajudam na dissipação térmica durante a soldagem. Preste muita atenção na distribuição da base, emissor e coletor, especialmente de Q1 que difere do convencional. Confira a distribuição da pinagem com a figura 3.

Os circuitos integrados são os componentes mais caros e sensíveis do *kit*. Muito cuidado para o seu correto posicionamento (observe a indica-



2

ção do pino 1), pois uma vez soldados são muito difíceis de remover. Evite sobreaquecê-los.

Um caso especial é o do integrado CI5 (regulador de tensão). Este, fisicamente, mais se assemelha a um transistor. Portanto, para posicioná-lo, identifique seus terminais E (entrada), C (comum ou terra) e S (saída), também na figura 3.

Solde, a seguir, o trimpot TP1, com seus terminais dobrados de modo que ele fique "deitado" sobre o circuito impresso.

#### Montagem eletromecânica do kit

Corte os fios de acordo com a tabela II, descascando suas pontas e soldando-os nos locais indicados. As indicações dadas na coluna das observações são para soldagens que ainda NÃO DEVEM ser feitas.

Prenda agora a placa de circuito impresso à caixa, com auxílio dos quatro parafusos M3 x 18 mm, 4 porcas M3 e 8 arruelas plásticas, duas em cada parafuso para espaçamento.

Prenda o conector, em seguida o potenciômetro de 470 kΩ (P2) e o de 2,2 MΩ (P1), e finalmente o botão tipo campainha, ao painel frontal do aparelho.

Encaixe a borracha passante no furo traseiro do aparelho. Caso encontre

Solde os fios do circuito impresso aos componentes do painel frontal conforme esquema da figura 5.

Passe os fios de alimentação e do alto-falante pelo furo traseiro da caixa.

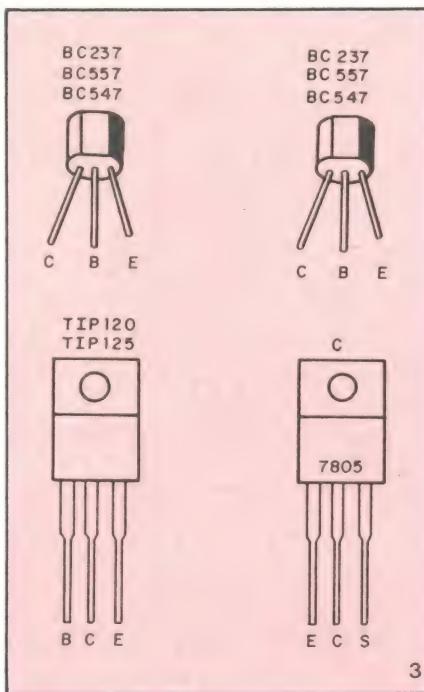
Prenda os knobs aos potenciômetros.

#### Afinação e Programação da buzina

Para afinar a buziña, você antes deve saber como programá-la para uma seqüência de notas.

A seleção de uma seqüência se faz ligando os diodos das saídas dos decodificadores (D1 a D15) às notas escolhidas, na ordem numérica determinada pelos diodos. Por exemplo, se você quer uma seqüência que começa pela nota FA e tem depois a nota LÁ, deve ligar o ponto correspondente à nota FA ao diodo D1 e o LÁ ao D2.

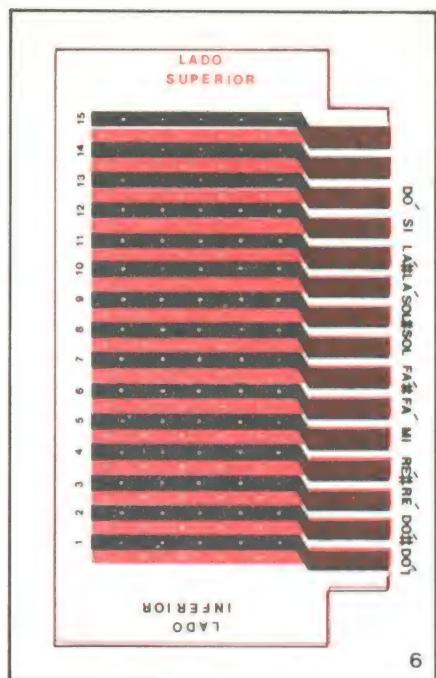
Vejamos como fazer isso na prática. As ligações dos 15 diodos, bem como as das 13 notas, chegam todas ao conector do painel frontal. Este conector é um soquete para circuito impresso, de modo que você encaixará a ele uma placa. Esta placa, que chamamos de placa de programação (figura 6), estende as ligações do conector, tornando-as acessíveis externamente. Através desta placa é que você fará as ligações das notas escolhidas aos diodos. Observe que as trilhas do lado supe-



3

dificuldades em encaixá-la, utilize um pouco de água e sabão na borracha. Com um parafuso M3 x 10 e respectiva porca, fixe o CI5 à caixa do aparelho (que servirá de dissipador), conforme a figura 4.

tipo do fio	comp. (cm)	pto. a soldar	observação
azul 22 AWG	10	1	vão ao potenciômetro de regulagem da velocidade
azul 22 AWG	10	2	
		3	
azul 22 AWG	10	4	vão ao potenciômetro de regulagem da sustentação
azul 22 AWG	10	5	
azul 22 AWG	10	6	
azul 22 AWG	10	7	vão à chave tipo campainha
azul 22 AWG	25	8	
azul 22 AWG	20	SOL	
azul 22 AWG	20	LÁ	
azul 22 AWG	20	SI	
azul 22 AWG	18	FA#	
azul 22 AWG	18	SOL	vão aos terminais superiores do conector
azul 22 AWG	18	MI	
azul 22 AWG	18	LÁ#	
azul 22 AWG	16		
azul 22 AWG	16	RÉ#	
azul 22 AWG	16	DÓ2	
azul 22 AWG	14	DÓ1#	
azul 22 AWG	14	RÉ	
azul 22 AWG	16	FÁ	
azul 22 AWG	14	DÓ1	
duplo preto 20 AWG	400	9	ligarão o alto-falante
		10	
vermelho 22 AWG	150	11	alimentação +
preto 22 AWG	150	12	alimentação -



rior da placa estendem as ligações das notas, e as trilhas do lado inferior estendem as ligações dos diodos. É exatamente dessa forma, portanto, que a placa deve ser encaixada no soquete.

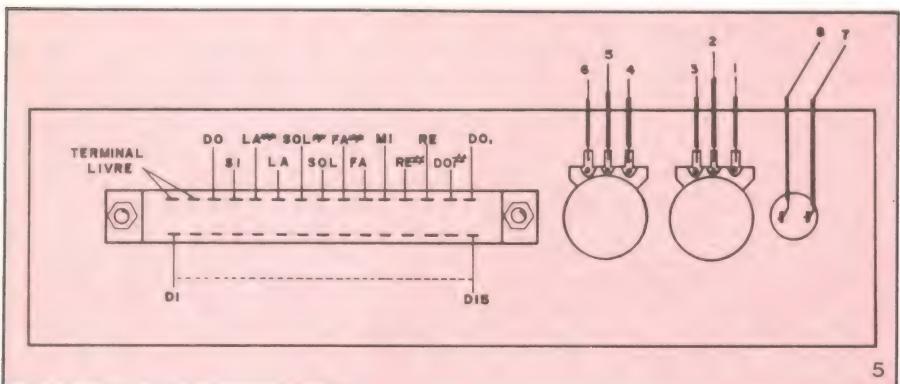
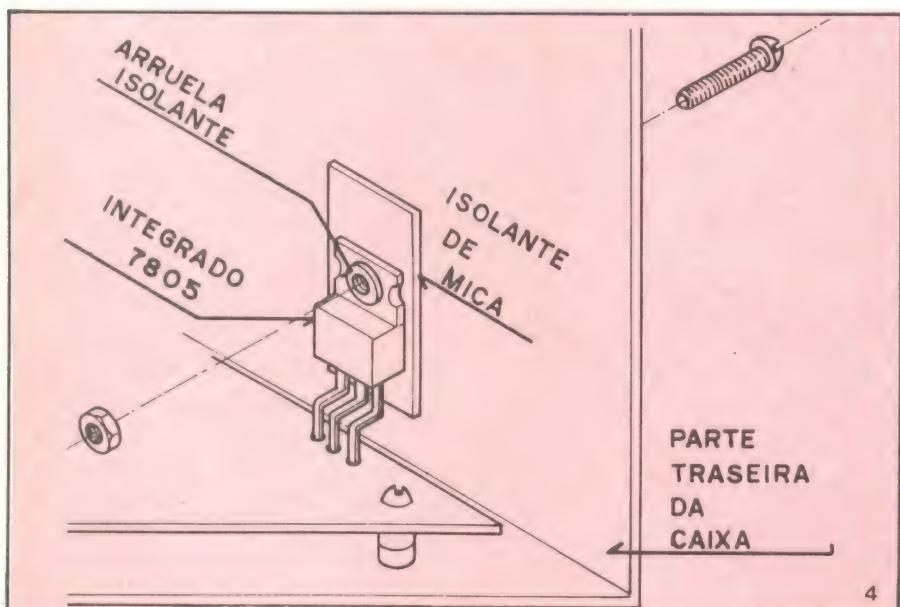
Tanto as trilhas das notas, como as dos diodos, contêm perfurações para que as ligações possam ser feitas soldando-se fios entre os pontos desejados. Veja na figura 7 um exemplo de ligação, mostrando como fazer para colocar a nota DÓ1 como sétima da seqüência. Ou seja, ligando-a à trilha do diodo D7.

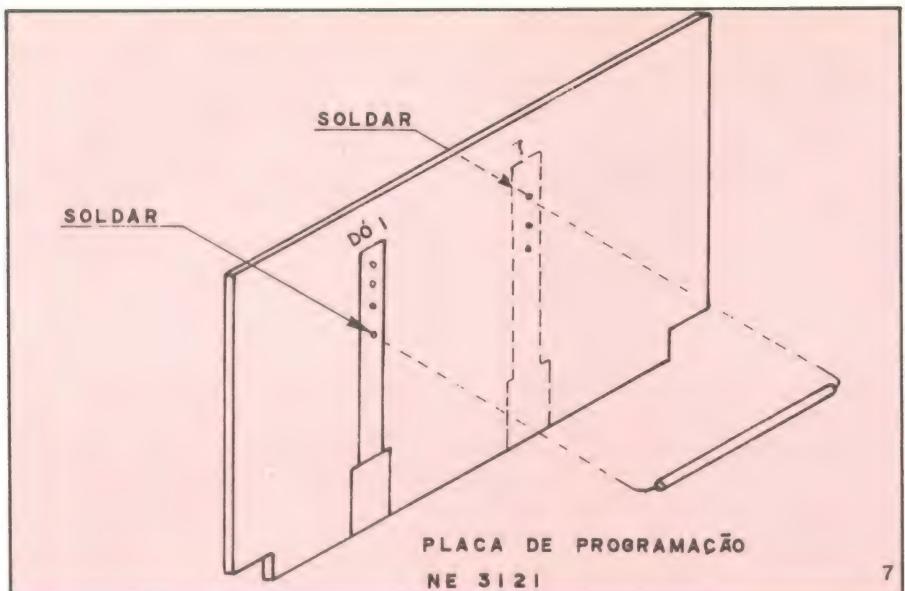
Para fazer a afinação da buzina, programe a seguinte seqüência: solde a trilha 1 (do lado inferior) ao DÓ1 (superfície superior), a trilha 2 ao RÉ, a 3 ao MI, 13 e 4 ao FÁ, 12 e 5 ao SOL, 11 e 6 ao LÁ, 10 e 7 ao SI, 8 e 9 ao DÓ2.

Conecte o alto-falante ao cabo duplo preto 20 AWG, e ligue uma fonte (bateria) aos terminais de alimentação de 12 VCC: positivo ao vermelho e negativo ao preto.

Se você estiver habituado à música (execução), é provável que consiga distinguir a escala musical sem necessidade de comparação. Caso não tenha esta possibilidade, procure acesso a um instrumento (por exemplo, um piano) para comparar o som das notas. Na figura 8 apresentamos as notas do teclado do piano.

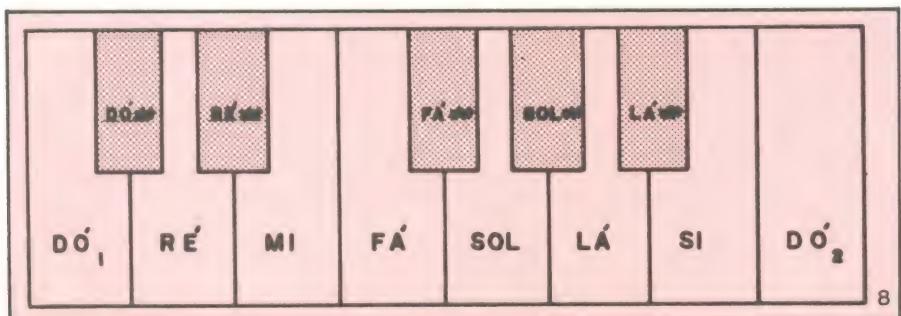
Aperte o botão do painel frontal da buzina e ela deverá tocar a escala uma vez na ordem certa e voltar 5 notas na ordem inversa. Procure ajustar tais notas de acordo com as notas do piano, através do trimpot de afinação. Porém, a afinação obtida não será perfeita, pois, como já dissemos, a buzina não possui afinação individual para cada nota. Os dois potenciômetros do pa-





PLACA DE PROGRAMAÇÃO  
NE 3121

7



8

nel regulam velocidade e sustentação da nota, de acordo com o explicado anteriormente.

A esta altura, sua buzina já está pronta, restando apenas instalá-la e programar a música desejada.

#### Instalação

Se você não dispuser de um voltímetro, prepare um dispositivo de teste ligando um LED e um resistor de 1 k 1/4 W, conforme a figura 9. Você usará este dispositivo para descobrir a polaridade dos pontos de ligação no carro. O LED só acenderá quando ligado na polaridade correta.

Feche a caixa da buzina de acordo com a figura 10.

Verifique se a carcaça do seu auto é ligada ao positivo ou negativo da bateria (na grande maioria das vezes, ao negativo).

Ligue, então, os fios de alimentação, preto (-) e vermelho (+), entre a carcaça e algum ponto após um fusível.

Fixe a buzina através de sua alça em local de fácil acesso ao motorista. Fixe o alto-falante num local conveniente, protegido de água.

Se não for possível localizar o alto-falante em local protegido de infiltração de água, sugerimos que instale no mesmo uma tela de proteção (facilmente encontrável em lojas de alto-falante), através de parafuso ou rebite e, entre o alto-falante e a tela, inclua uma folha plástica fina. A parte traseira do alto-falante já é protegida.

## 0 a 450 MHz com Qualidade e Precisão

### CONTADOR UNIVERSAL SME 7450A

**5 FUNÇÕES:**  
**FREQUÊNCIA**  
**PERÍODO**  
**CONTADOR**  
**CRONÔMETRO**  
**DURAÇÃO DE PULSO**

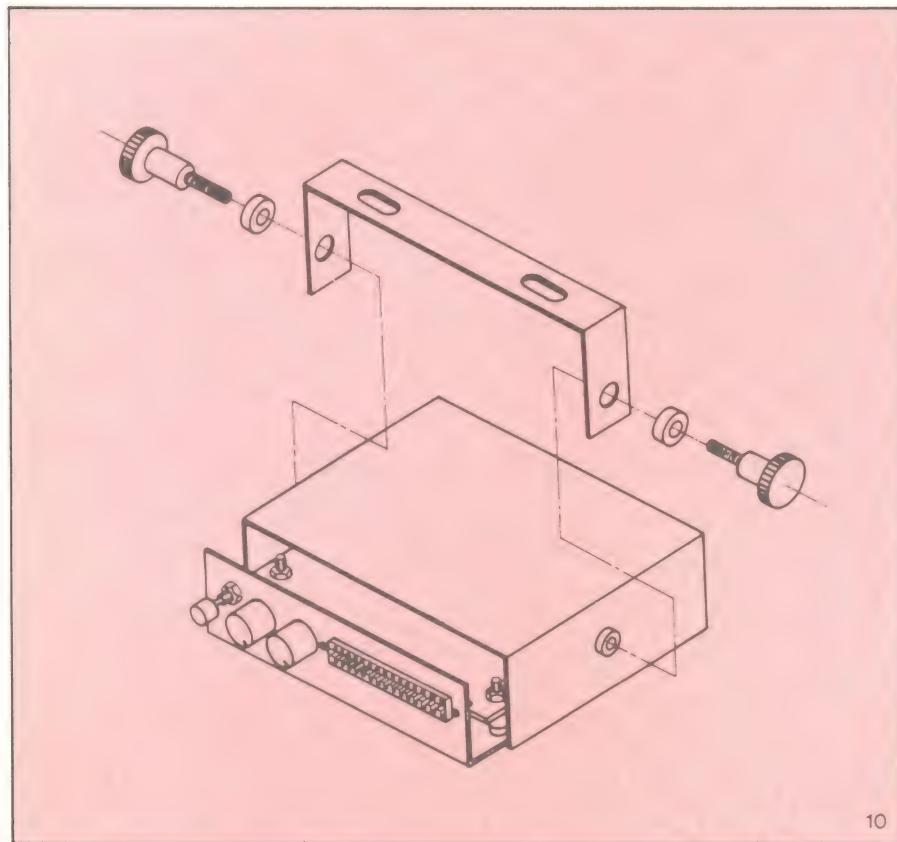
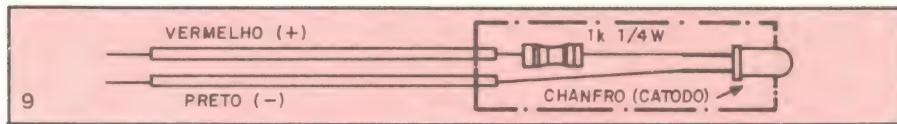


Base de tempo de alta estabilidade (melhor que  $3 \times 10^{-6}$  de 0°C a 50°C), amostragem variável de 0,1 s a 10 s, memorização do conteúdo do display, nível de gatilhamento variável, duas impedâncias de entrada (1 MΩ em paralelo com 20 pF e 50 nF), indicações de excesso, gatilhamento, unidades de medida e bloqueio.

**GARANTIA TOTAL DE 1 ANO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA PERMANENTE.**

VENDAS: Rua Vicente Leporace, 1.346 — Campo Belo — São Paulo — SP — Telefone: 531-6107

**SOLICITE A PRESENÇA DE UM REPRESENTANTE —SME— INSTRUMENTOS**



## Conclusão

Se você tiver noções de música, poderá programar seus próprios trechos de melodia (de até 15 notas), bastando para isso que as 15 notas estejam compreendidas em uma oitava. No manual que acompanha o kit fornecemos uma tabela com 26 melodias já "tiradas" por nossa equipe, caso você não tenha conhecimento musical.

Escolhida a melodia, ligue as trilhas superiores e inferiores da placa de programação de acordo com a indicação da tabela. Não esqueça de, antes de programar uma música, retirar a programação anterior.

Encaixe, então, a placa de programação ao conector frontal do aparelho e aperte o botão. A música será tocada enquanto o botão estiver pressionado. Após as 15 notas, se o botão ainda estiver pressionado, a buzina recomeçará a melodia. A seqüência também é reiniciada sempre que o botão é solto e novamente pressionado.

## Lista de material

### RESISTORES

- R1 — 270 (vermelho-violeta-marrom)
- R2 — 15 k (marrom-verde-laranja)
- R3 — 47 k (amarelo-violeta-laranja)

R33 — 4,7 k (amarelo-violeta-vermelho)  
Todos os resistores são de 1/8 W e têm seus valores em Ohms.

### CAPACITORES

- C1 — 2  $\mu$ F/16 V (eletrolítico)
- C2 — 10 nF/16 V (cerâmico, plate ou schiko)
- C3 — 10 nF/16 V (cerâmico, plate ou schiko)
- C4 — 0,68  $\mu$ F/16 V (tântalo ou eletrolítico)
- C5 — 0,68  $\mu$ F/16 V (tântalo ou eletrolítico)

### DIODOS

- D1 a D16 — 1N914

### TRANSISTORES

Q1 — BC 169	Q7 — BC 237
Q2 — BC 557	Q8 — BC 557
Q3 — BC 547	Q9 — BC 547
Q4 — BC 547	Q10 — BC 237
Q5 — BC 547	Q11 — TIP 125
Q6 — BC 547	Q12 — TIP 120

### CIRCUITOS INTEGRADOS

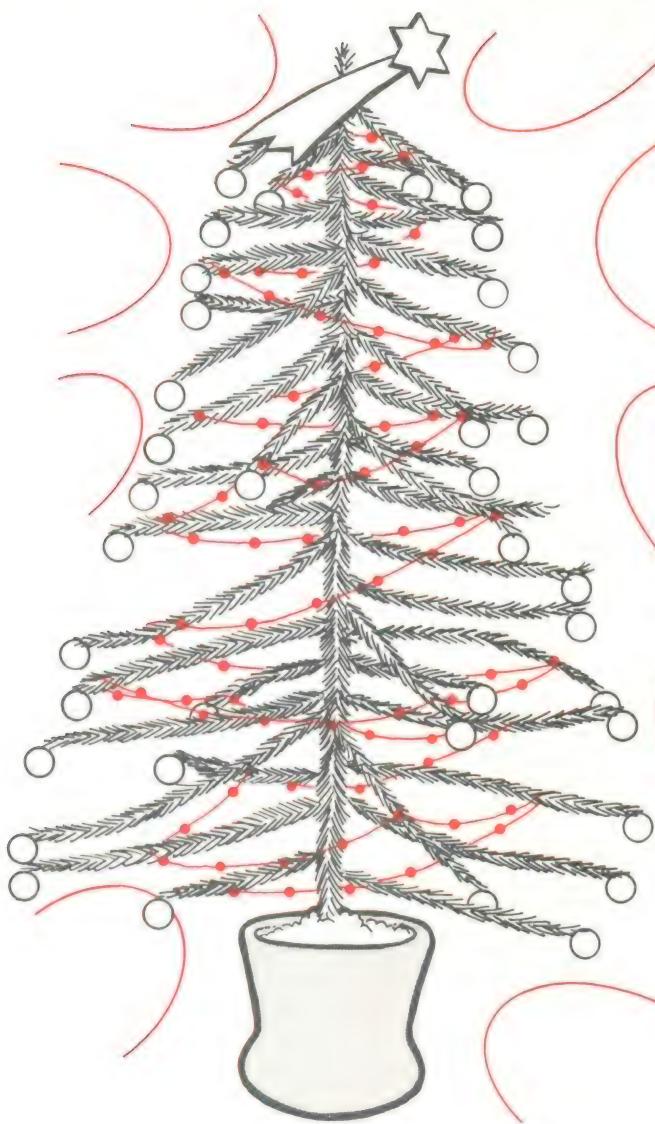
- CI1 — 7442 (decodificador binário/decimal)
- CI2 — 7493 (contador binário)
- CI3 — 7442 (decodificador binário/decimal)
- CI4 — 7493 (contador binário)
- CI5 — 7805 (regulador de tensão)

### GERAIS

- G1 — trimpot 47 k $\Omega$  (TP1)
- G2 — potenciômetro 2,2 M (P1)
- G3 — potenciômetro 470 k (P2)
- G4 — alto-falante
- G5 — conector duplo p/ circuito impresso de 15 terminais
- G6 — conjunto completo da caixa (caixa, alça e tampa)
- G7 — parafusos para fixação do conector p/ circuito impresso (2)
- G8 — porcas p/ fixação do conector (2)
- G9 — parafusos p/ fixação do circuito impresso (4)
- G10 — arruelas plásticas afastadoras do circuito impresso (8)
- G11 — porcas p/ fixação do circuito impresso (4)
- G12 — placa NE 3121
- G14 — chave de pressão JOTO
- G15 — 3 m de solda
- G16 — 1,5 m de cabo 22 AWG vermelho
- G17 — 3,5 m de fio 22 AWG azul
- G18 — placa de programação
- G19 — borracha passante (1)
- G20 — knobs p/ os potenciômetros (2)
- G21 — painel frontal
- G22 — 4 m de cabo duplo preto 20 AWG
- G23 — 1,5 m de fio preto 22 AWG ■

Este kit, assim como os demais kits Nova Eletrônica, podem ser adquiridos, prontos para montar, na Filcres e em todos os representantes espalhados pelo Brasil. Consulte sempre as últimas páginas de cada número da Nova Eletrônica para manter-se informado sobre kits e representantes.

# LUZES DE NATAL



Com um pouco de Eletrônica você pode dar um toque especial a sua árvore de Natal. É muito simples: para o lugar do monótono pisca-pisca comum, sugerimos um **mini-kit** de efeito visual realmente bonito e criativo.

A idéia resume-se num circuito que comanda o acendimento aleatório de até 32 LEDs. O conjunto apresenta um consumo bem menor que o de um pisca-pisca com igual número de lâmpadas e pode até ser alimentado por pilhas, em outras aplicações.

---

— Equipe técnica NOVA ELETRÔNICA —

---

Basicamente o circuito deste *mini-kit* compõe-se de dois osciladores (veja a figura 1), formados por portas NE de um CI 7400, que operam em frequências diferentes: aproximadamente 1 Hz e 3 Hz.

Os sinais gerados por esses osciladores incrementam dois contadores decimais 7490, cujas saídas constituem uma matriz à qual são ligados os LEDs, em qualquer polaridade.

A alimentação pode ser feita por uma fonte de 5 VCC ou por 4 pilhas de 1,5 V em série, ligadas conforme a figura 2.

No caso da utilização de pilhas, porém, o *kit* não deverá permanecer ligado por muito tempo. Cada LED consome em média 10 mA e, como pelo menos três deles acendem-se a cada vez, as pilhas se descarregarão rapidamente se o circuito ficar continuamente ligado.

Para o uso com uma fonte de 5 VCC, fornecemos um esquema, na figura 3, que você poderá providenciar

se quiser as luzes em ligação permanente.

#### A montagem das "luzes"

A figura 4 mostra o desenho da placa de circuito impresso do *mini-kit*. Comece a montagem soldando os resistores R1, R2, R3 e R4, cuidando para que fiquem bem rentes à superfície da placa.

Por último, soldie os circuitos integrados (CI1, CI2 e CI3), notando sua posição correta — verifique se o chanfro do componente coincide com o desenho da placa — e evitando sobreaquecê-los.

Para a conexão dos LEDs há várias opções. Dependendo da forma como forem dispostos, os efeitos se diversificarão. Observe a figura 5, onde damos uma idéia de montagem.

Depois, soldie os capacitores observando atentamente as polaridades indicadas para eles.

Não importa qual dos terminais do conjunto LED-resistor é ligado ao ponto X ou Y da placa. Somente não se pode ligar ambos ao mesmo ponto, X ou Y.

No *mini-kit* são fornecidos 8 LEDs, mas você poderá ampliar esse número, se desejar, até o limite de 32 LEDs.

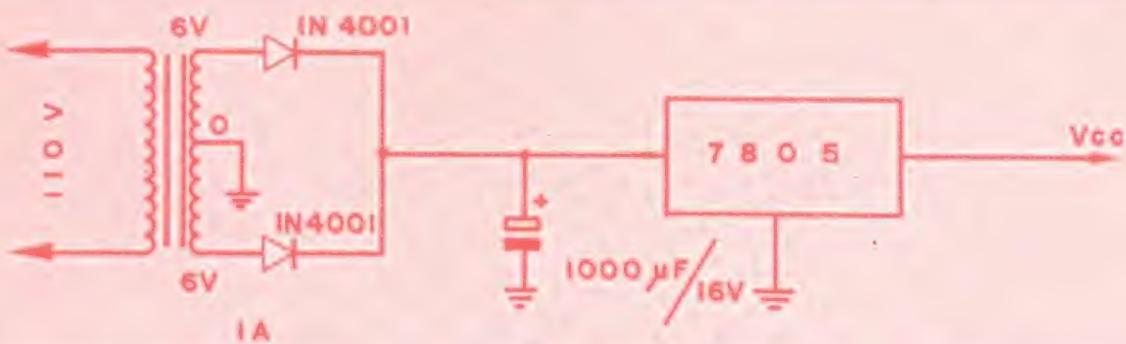
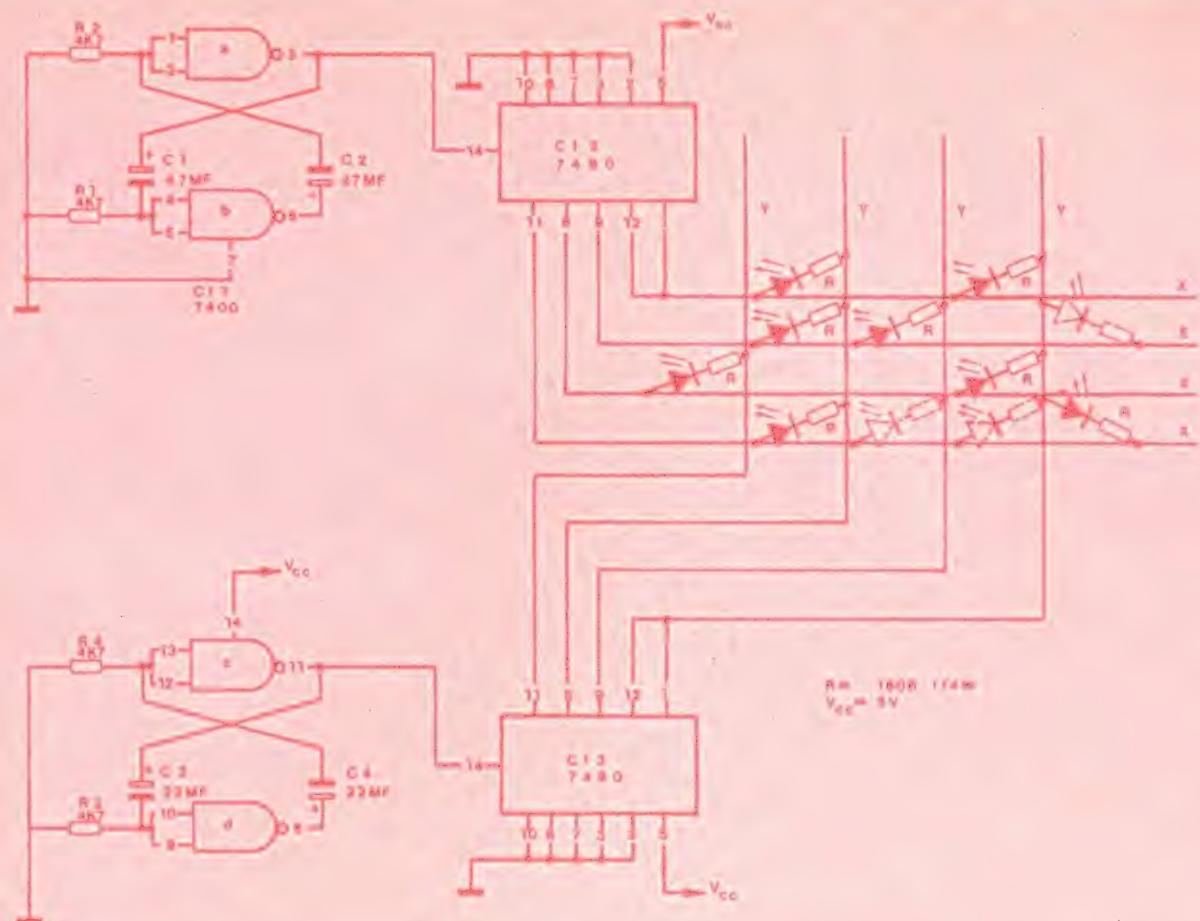
A ligação dos LEDs aos pontos da placa deverá ser feita através de fio flexível 22 AWG, no comprimento adequado para o seu caso.

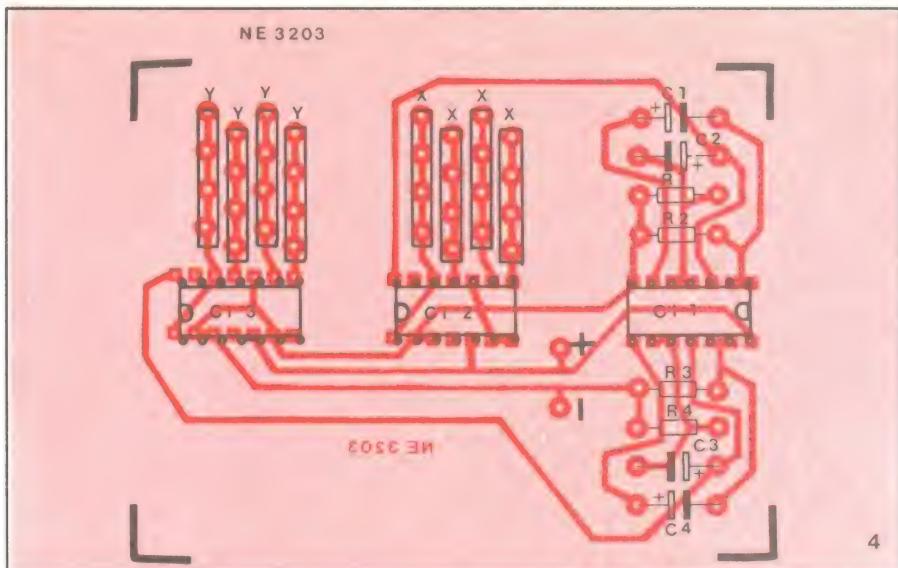
Outra forma de dispor os LEDs é distribui-los por dentro de uma mangueira plástica transparente, o que pode ser uma alternativa interessante e prática.

A seguir, ligue a alimentação, fonte ou pilhas, e perceba os lampejos aleatórios dos LEDs.

Além da aplicação original que sugerimos (pisca-pisca para árvore de Natal) você poderá usar o *kit* também como jóia para discothèque, disco roller, etc.

Usando o aparelho e as pilhas no bolso, os LEDs poderão ser fixados ►





#### CAPACITORES

C1 — 47  $\mu$ 16 V (eletrolítico)  
 C2 — 47  $\mu$ F/16 V (eletrolítico)  
 C3 — 22  $\mu$ F/16 V (eletrolítico)  
 C4 — 22  $\mu$ F/16 V (eletrolítico)

#### SEMICONDUTORES

Cl1 — 7400 (círculo integrado)  
 Cl2 — 7490 (círculo integrado)  
 Cl3 — 7490 (círculo integrado)  
 LEDs — FLV 110 ou equivalente

#### DIVERSOS

1 m de solda trinúcleo

PLaca de circuito impresso NE 3203

Este kit, assim como os demais kits Nova Eletrônica, podem ser adquiridos, prontos para montar, na Filcos e em todos os representantes espalhados pelo Brasil. Consulte sempre as últimas páginas de cada número da Nova Eletrônica para manter-se informado sobre kits e representantes.

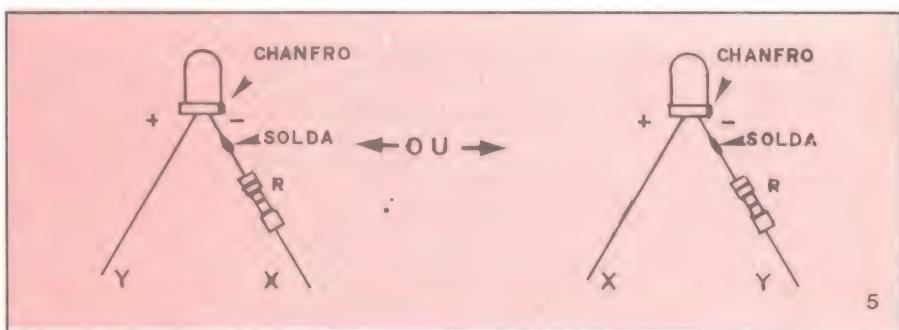
na camiseta, no capacete, no cinto, etc.

#### Relação de material

##### RESISTORES

R1 — 4k7 (amarelo-violeta-vermelho)  
 R2 — 4k7 (amarelo-violeta-vermelho)  
 R3 — 4k7 (amarelo-violeta-vermelho)  
 R4 — 4k7 (amarelo-violeta-vermelho)  
 R — 180 (marrom-cinza-marrom)

Todos os resistores têm valores em ohms, tolerância de 5% e dissipação de 1/8 W.



**ASSINATURA  
DE  
NOVA  
ELETRO NICA  
É UM BOM  
PRESENTE.**

**BOAS FESTAS  
EDITELE**

**ceperj** Centro de especialização  
profissional do  
Rio de Janeiro  
**PRÓXIMOS  
CURSOS**

- técnicas digitais
- microprocessadores
- circuitos impressos
- semicondutores
- eletrônica industrial
- instalações industriais de AT e BT
- projetos de transformadores

*Turmas pela manhã, tarde,  
noite ou sábados — teoria e prática  
matrículas até 30/12/80*

Rua Oliveira, 8 — 4º andar — Meier — Rio de Janeiro  
(em frente ao cine Imperador)

# O PROBLEMA É SEU

## Máxima Transferência de Potência

*Paulo Nubile*

Antes de tudo vou lhes apresentar um amigo: o Anastácio, o relapso. Ele é, como você, um assíduo leitor da revista e já se habituou a resolver os problemas da série "O Problema é Seu" que sai todo mês na seção do principiante.

Ele é uma pessoa interessante porque sempre me faz perguntas interessantes. Mas ele tem um problema: sabe perguntar, mas responder nunca. Esquece tudo com a maior facilidade. Não que ele seja burro; não, isso ele não é. Ele é apenas relapso. Por isso eu o chamo de Anastácio, o relapso.

Outro dia mesmo ele me veio com uma questão interessantíssima:

— Paulo, eu tenho uma bateria lá em casa de 12V e resistência interna de 6 Ohms. Com ela eu quero esquentar uma bacia de óleo para fazer uma experiência de física. O óleo deve ficar o mais quente possível. Qual o valor da resistência que eu devo ligar à bateria?

Se Anastácio tivesse aprendido alguma coisa sobre transferência de potência, ele saberia a resposta. Anastácio sabia que o óleo esquenta tanto mais quanto maior for a potência dissipada no resistor e que ela vale:

$$P = V \times I$$

(o produto da tensão pela corrente).

"Já é um bom começo", pensei comigo. Tirei uma folha de papel e rabisquei uns circuitos (veja a figura 1).

Pedi a Anastácio para calcular a potência dissipada na resistência em todos os circuitos.

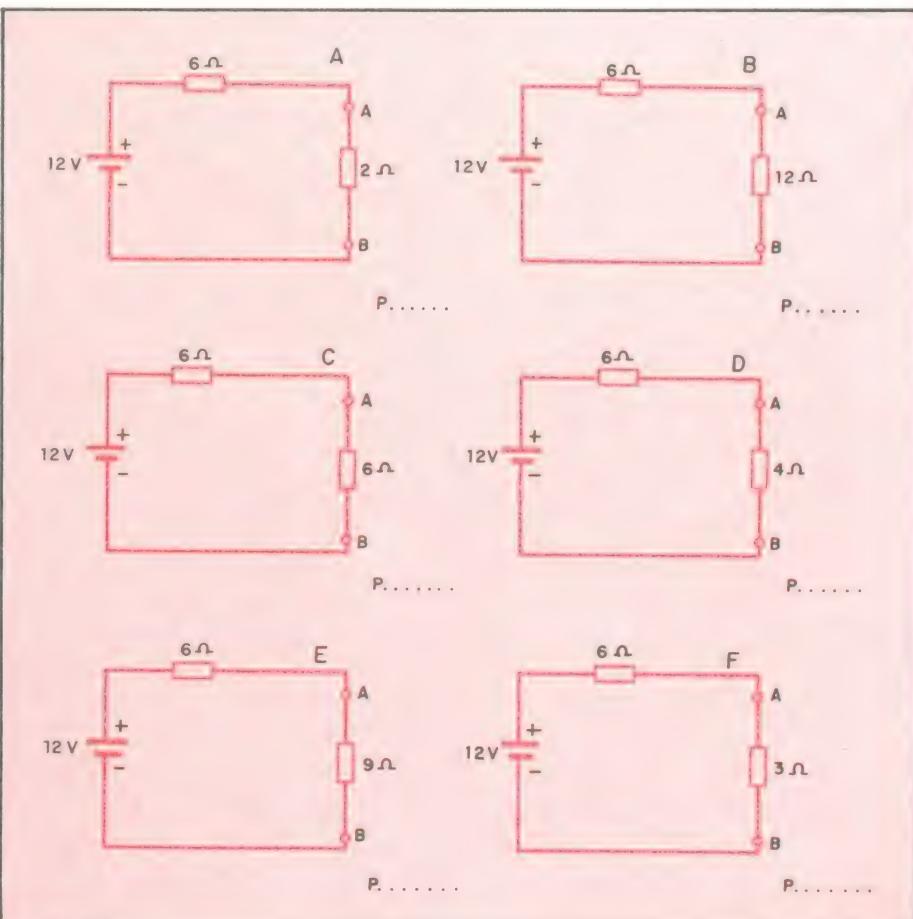
Ele ficou uns dez minutos fazendo cálculos. Felizmente ele é bom nos cálculos. (Faça os cálculos você também).

Agora Anastácio aprendeu uma lição:

**A potência dissipada na carga será máxima quando seu valor de resistência for igual à resistência interna da fonte (bateria).**

Respostas (corretas) do Problema é Seu do número anterior: 1C, 2B, 3D, 4E, 5A.

Nota - A solução deste Problema é Seu será dada no próximo número.



# A ELETRÔNICA DOS

## Circuitos Básicos

### Circuitos disparadores e controladores de potência

Nos 4 artigos anteriores da série "A Eletrônica dos Circuitos Básicos" você já tomou contato com praticamente todos os circuitos a transistor: os amplificadores, os osciladores e os multivibradores. Para completar o assunto "Circuitos Básicos a Transistor" faltam apenas os circuitos disparadores, como os famosos Schmitt Trigger.

Os circuitos disparadores são muito usados em controladores de potência, determinando os intervalos em que uma rede elétrica fornece potência às cargas.

Neste artigo uma novidade: analisaremos circuitos envolvendo outros componentes semicondutores, como DIACs, TRIACs, SCRs etc. Caso você tenha dúvidas sobre o funcionamento básico desses componentes, os quadros que aparecem no meio do texto vão ajudá-lo.

Uma grande variedade de circuitos disparadores pode ser encontrada na literatura técnica e nos esquemas comerciais de aparelhos digitais. São circuitos que usam transistores como chave e têm a propriedade de "quadrar" formas de onda (observe a forma de onda da figura 2). O número de circuitos capaz de fazer esse quadramento é grande e neste artigo citaremos apenas os mais difundidos: o Schmitt Trigger e o oscilador de bloqueio.

#### O Schmitt Trigger

O circuito básico do disparador Schmitt (Schmitt Trigger, em inglês) pode ser visto na figura 1. Em sua saída há duas possibilidades de tensão: uma de nível baixo (quando a tensão de entrada está abaixo de um certo valor) e uma de nível alto (quando a tensão de entrada sobe acima desse valor). Então o circuito tem a propriedade de detectar a passagem da tensão de entrada por um certo valor; na passagem o circuito dispara. A figura 2 dá as formas de onda típicas de entrada e saída. Observe que a tensão de entrada pode ter qualquer configuração enquanto a forma de onda de saída é sempre quadrada.

A comutação se dá em dois níveis de tensão de entrada:  $V^+$  e  $V^-$ . Isso acontece devido a um fenômeno conhecido como histerese que poderá ser melhor compreendido durante a análise do circuito.

Quando a tensão de entrada é nula o transistor Q1 está cortado e a tensão de base do transistor Q2 é dada pelo divisor de tensão formado pelos resistores  $RC_1$ ,  $R_1$  e  $R_2$ . Aproximadamente 1/3 da tensão da fonte cai sobre  $R_2$ . Nessa situação o transistor Q2 está saturado. A tensão de saída pode ser escrita como

$$V_S = V_{CE\text{ sat.}} + V_{RE}$$

Para que o transistor Q1 passe do

corte para a saturação é preciso que a tensão de entrada seja superior à queda de tensão em  $R_E$ :

$$V_E \geq V_{BESAT} + V_{RE}$$

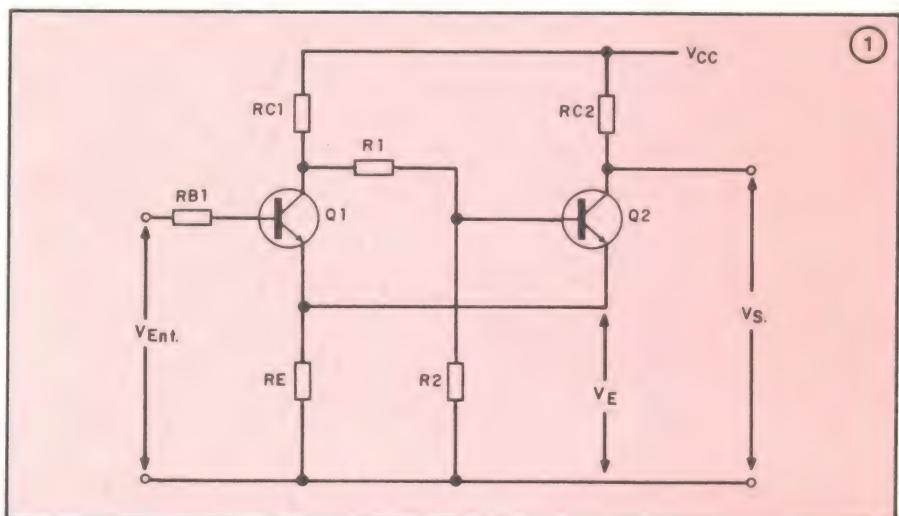
Quando a desigualdade acima é verificada, todo o quadro muda de figura. O transistor Q1 passa do corte para a saturação, o que implica em dois fenômenos simultâneos:

1º — a tensão de base de Q2 é drasticamente diminuída, pois a tensão sobre  $RC_1$  aumenta muito.

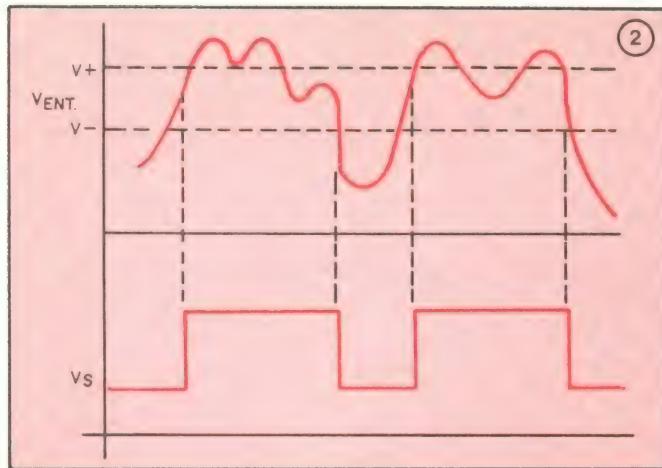
2º — a tensão de emissor de Q2 continua alta já que a corrente de saturação de Q1 "substitui" a corrente de saturação de Q2.

Esses dois fenômenos simultâneos implicam no corte do transistor Q2, consequentemente o nível de tensão da saída sobe abruptamente. O resistor  $R_E$ , então, torna mais rápido o corte e a saturação de Q2, quadrando de forma efetiva o sinal de saída.

Caso a tensão de entrada caia



Disparador Schmitt a transistor.



Formas de onda típicas do disparador Schmitt.

abaixo de  $V_{Re}$ , o circuito volta à situação inicial (Q1 cortado e Q2 saturado) e o nível de tensão da saída cai drasticamente.

**Para variar a luminosidade de lâmpadas ou a velocidade de motores corta-se a corrente fornecida pela rede durante um intervalo de tempo em cada ciclo da senóide.**

Um fenômeno interessante ocorre quando os valores de  $RC_1$  e  $RC_2$  são diferentes. Digamos que  $RC_1$  seja maior que  $RC_2$ . Qual será a tensão de entrada necessária para fazer o circuito disparar? Como já vimos ela deve ter uma magnitude dada segundo a desigualdade:

$$V_e = V_{be\ sat} + V_{Re}$$

Nesse caso a tensão  $V_{Re}$  é devida à corrente de saturação do transistor Q2 e pode ser calculada pelas equações:

$$V_{Re} = I_c\ sat \cdot Q2 \times R_e$$

$$V_{Re} = \frac{R_e \cdot V_{cc}}{R_C 2 + R_e}$$

Logo,  $V_e$  será a soma desse valor com o  $V_r$ . Vamos, para efeito de diferenciação, chamar essa tensão de  $V^+$ . O valor numérico de  $V^+$  é dado por:

$$V^+ = V_{be\ sat} + \frac{R_e \cdot V_{cc}}{R_C 2 + R_e}$$

Vamos supor agora que o circuito já tenha comutado, ou seja, o valor  $V^+$  tenha sido ultrapassado na entrada. Agora a corrente que passa por  $R_e$  é devida à saturação do transistor Q1. O valor de  $V_{Re}$  é dado por:

$$V_{Re} = \frac{R_e \cdot V_{cc}}{R_C 1 + R_e}$$

e a tensão  $V_e$  necessária para fazer com que o circuito volte ao estágio ini-

cial deve ser menor que a soma desse  $V_{Re}$  com a tensão de corte do transistor Q1. Chamando esse novo valor de  $V^-$ , teremos:

$$V^- = V_{be\ corte} + \frac{R_e \cdot V_{cc}}{R_C 1 + R_e}$$

Obviamente os valores de  $V^+$  e  $V^-$  são diferentes. Como estamos supondo que  $RC_1$  é maior que  $RC_2$ , a tensão  $V_{Re}$  que contribui para  $V^+$  é maior que a tensão  $V_{Re}$  que contribui para  $V^-$ . Além disso a tensão de saturação é maior que a tensão de corte, de tal forma que a tensão  $V^+$  é sempre ligeiramente superior a  $V^-$ .

A esse fenômeno damos o nome de histerese do circuito. A histerese faz com que a passagem do nível baixo de saída para um nível alto se dê numa tensão de entrada maior que para a passagem do nível alto para o nível baixo. Observe novamente as formas de onda da figura 2.

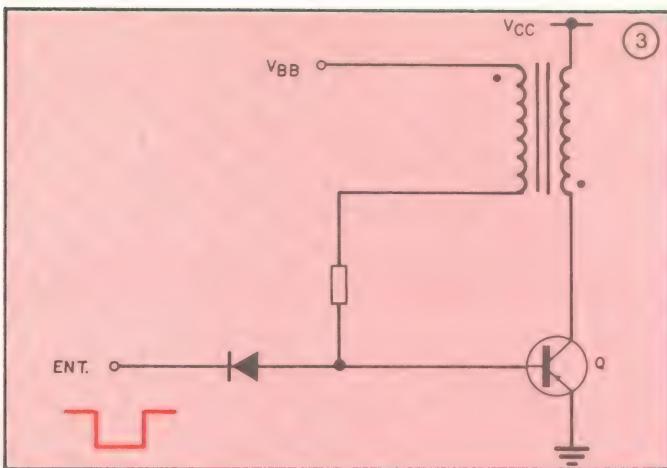
#### O oscilador de bloqueio

Outro circuito de disparo bem difundido é conhecido como oscilador de bloqueio e se vale de transformadores ou indutores para acelerar os processos de corte e saturação do transistor.

**Os dispositivos mais usados atualmente no controle de potência são os DIACs e os TRIACs.**

Na figura 3 está o diagrama elétrico de um oscilador de bloqueio básico. O transistor pnp é normalmente polarizado no corte ( $V_{BB}$  positivo). Um pulso negativo faz com que o transistor conduza e o transformador de realimentação acelera o processo de saturação.

O transistor permanece saturado durante todo o pulso. Ele funciona como um revigorador de pulsos e é muito



Círculo básico do oscilador de bloqueio.

usado quando pulsos de alta resolução e alta corrente são necessários. Se o circuito é polarizado de tal forma a estar normalmente conduzindo ( $V_{BB}$  negativo), o circuito oscilará como um multivibrador astável e na saída surgirão pulsos de período determinado pelos valores do resistor e das indutâncias dos enrolamentos.

#### Circuitos controladores de potência

No circuito da figura 4 a potência entregue à lâmpada é facilmente calculável pela fórmula:

$$P = V \times I$$

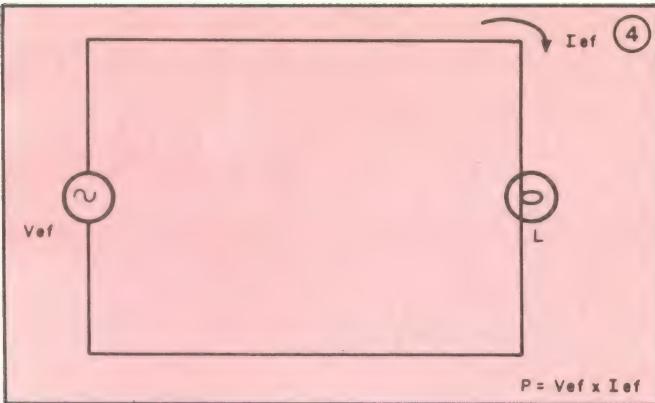
**Antes dos dispositivos semicondutores de chaveamento, eram usados componentes eletromecânicos para o controle de potência. Sem dúvida um processo mais complicado.**

O produto da tensão pela corrente em todos os pontos dá a potência efetiva entregue à lâmpada. Caso as tensões e correntes sejam expressas em seus valores eficazes ( $V_{ef}$  e  $I_{ef}$ ) a potência obtida também é eficaz.

Seja como for, se durante um intervalo de tempo a rede for desconectada da lâmpada, a potência desenvolvida pela carga diminui, ou seja, o brilho da lâmpada diminui.

Caso a rede for conectada à lâmpada durante  $\frac{1}{4}$  do ciclo da senóide, a potência entregue será também  $\frac{1}{4}$  da potência máxima. Se a lâmpada for conectada durante  $\frac{1}{2}$  ciclo (um semiciclo), a potência entregue será também metade da máxima.

Se um componente eletrônico fosse capaz de fazer com que a lâmpada conduisse em diversos pontos da senóide, teríamos um controlador de po-



A luminosidade de uma lâmpada depende da potência entregue pela rede.

tência. Esses componentes na verdade existem e são conhecidos como tiristores (SCR, DIACs, TRIACs, etc.).

Graças a eles é que existem os atuais controladores de potência. Observe que, espalhados pelo texto, se encontram quadros que descrevem o princípio geral de funcionamento do dispositivo PNPN, do SCR, do DIAC e do TRIAC.

Todos eles têm uma característica semelhante: são componentes essencialmente de chaveamento e comutação. Vamos ver como é possível construir circuitos controladores com eles:

#### Controle de fase com SCR

O esquema elétrico do circuito pode ser visto na figura 5. Nesse circuito existem duas malhas: uma de potência, formada por  $RL$  e pelos terminais anodo e catodo do SCR, e outra de controle, formada por um filtro RC e pelos diodos  $D1$  e  $D2$ . Quanto menor o valor de  $R1$ , maior a tensão CC acumulada no capacitor. Isso significa que a corrente  $I_G$  é maior e, consequentemente, o SCR comuta mais no início da forma de onda. Em resumo, quanto menor o valor de  $R1$ , maior a potência de saída.

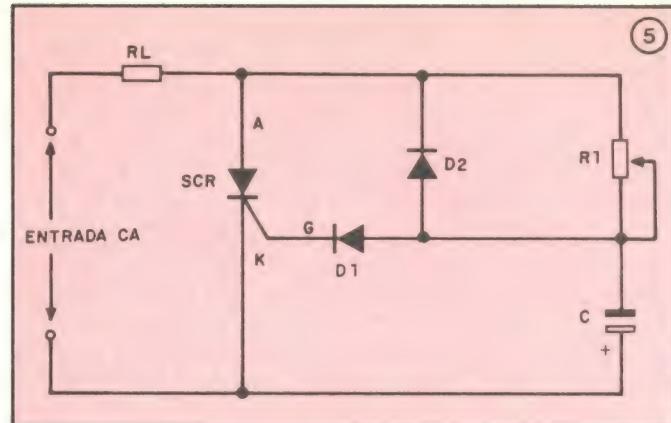
O circuito é de controle de fase em meia onda, já que o SCR não conduz em um dos semi-ciclos (o negativo).

O capacitor  $C$  se carrega durante o semi-ciclo negativo por  $D2$  e  $RL$ , mas o nível CC é definido pelo valor de  $R1$ , ou seja, se  $R1$  estiver próximo de nulo de resistência, o capacitor se carrega quase que instantaneamente.

**Se o problema é quadrar formas de onda, não há dúvida: use o disparador Schmitt.**

Com este circuito a potência entregue à carga varia desde 0 até 50% da potência alternada de entrada.

É possível fazer com que um SCR controle a corrente nos dois semi-ci-



O controlador de potência em meia onda.

clos da senóide; mas, para isso, é preciso antes retificá-la em onda completa. No entanto, são poucas as situações em que se permite uma retificação em onda completa. Os motores monofásicos, por exemplo, não admitem um sinal contínuo e pulsado para seu funcionamento.

**O oscilador de bloqueio é um circuito versátil: pode ser usado como disparador ou como multivibrador astável.**

A solução é usar um outro dispositivo, o TRIAC (Triodo Tiristor Bidirecional), que permite o controle de potência em ambos os semi-ciclos.

#### Círcuito de controle de fase em onda completa

Embora qualquer dispositivo de chaveamento possa ser usado para disparar um TRIAC, o mais usado para esse fim é o DIAC (leia os quadros explicativos). O circuito da figura 6 é um típico controlador de fase para onda completa. O dispositivo de disparo é ativado quando a tensão sobre  $C1$  atin-

ge o ponto de comutação, ou seja, quando a tensão no DIAC atinge o valor  $+V_{BO}$  ou  $-V_{BO}$ .

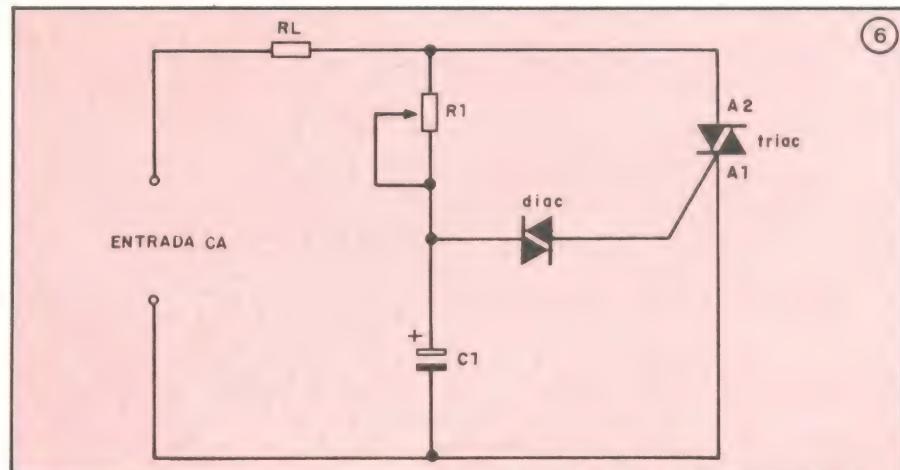
A comutação do DIAC implica numa intensa injeção de portadores na porta do TRIAC na forma de um pulso, pois o capacitor se descarrega rapidamente. Esse pulso de corrente é suficiente para disparar o TRIAC.

A figura 7 mostra as formas de onda em  $C1$  e no TRIAC. Observe o controle bidirecional (em ambos os ciclos da senóide).

O DIAC é usado em conjunto com o TRIAC para fornecer o controle de onda completa de sinais alternados. Esses dispositivos são comumente usados para controlar a velocidade e a direção de motores elétricos, ou a temperatura de elementos de aquecimento, em sistemas de ar condicionado e etc.

#### Um controlador de potência prático

No número 8 da Nova Eletrônica foi lançado um kit prático de controle de potência com TRIAC. Observe pela



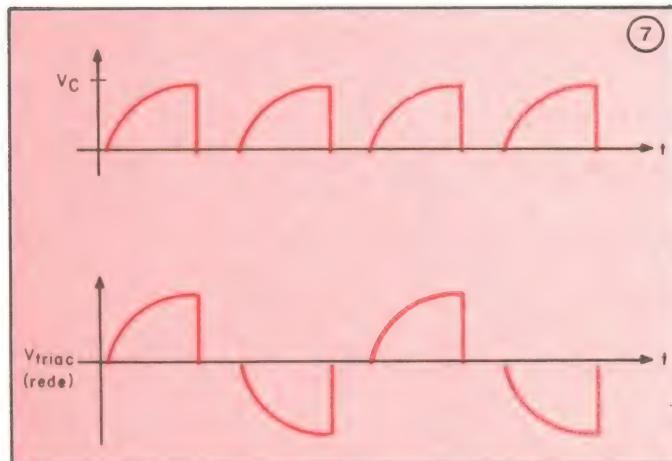
O controlador de potência em onda completa.

figura 8 que, apesar de ser um circuito prático, o controlador de potência é de uma simplicidade eloquente.

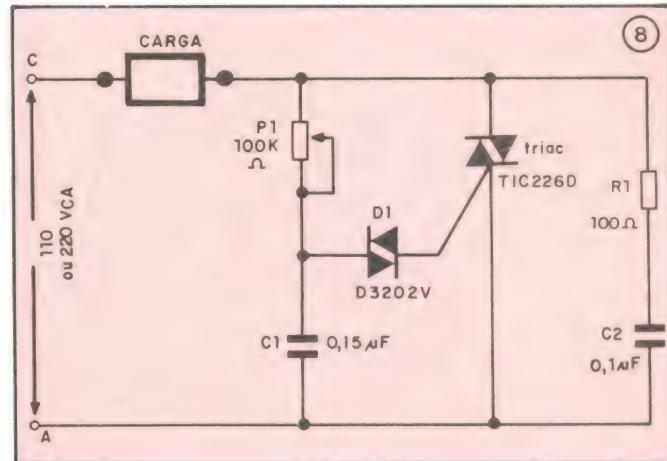
O potenciômetro P1, o capacitor C1 e o DIAC formam o circuito de disparo ou de comando; o TRIAC forma o circuito de potência, ou seja, o circuito

que vai regular a quantidade de corrente enviada à carga; o ramo R1-C2 constitui um meio de evitar que o TRIAC dispare fora de hora, com pulsos súbitos de tensão, que ocorrem normalmente com cargas indutivas (motores, por exemplo).

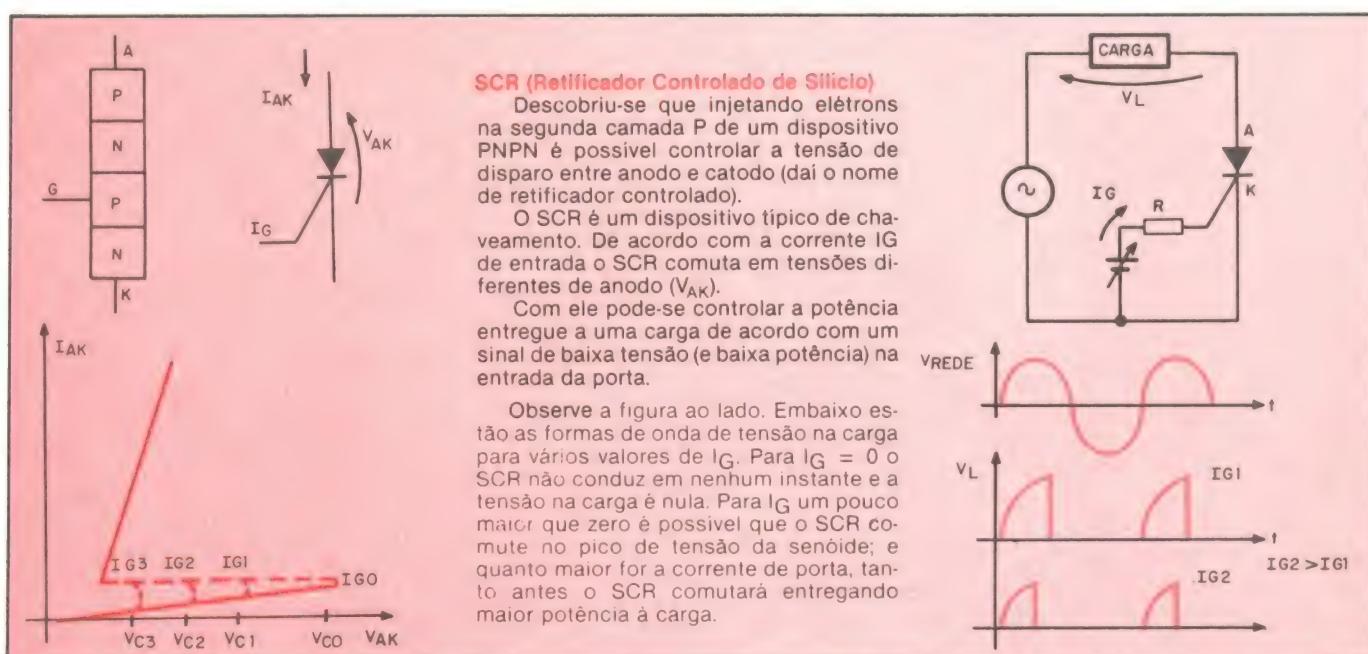
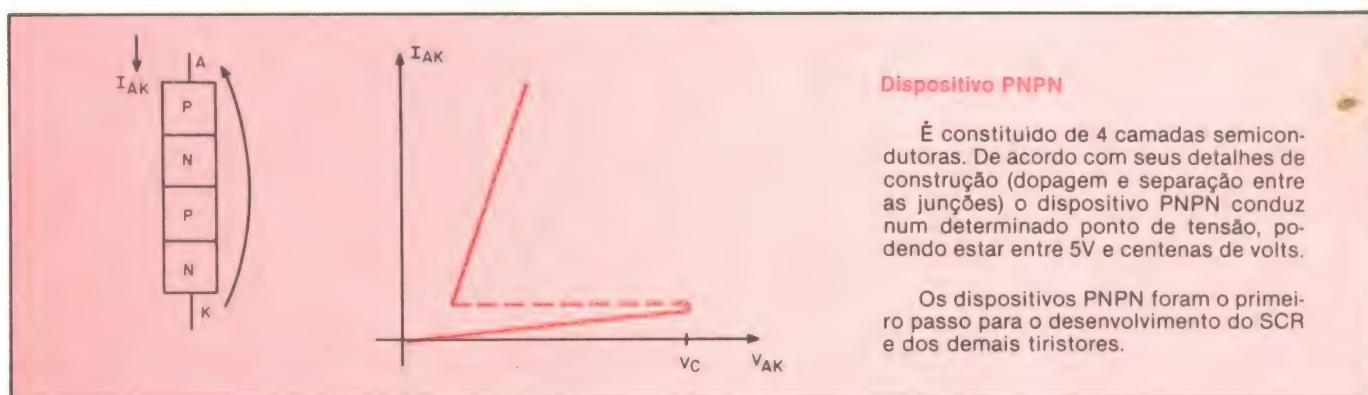
A carga pode ser uma furadeira manual, uma batedeira, um liquidificador, um ventilador, uma lâmpada e assim por diante. Para os componentes especificados, os limites de potência são os seguintes: 500 W em 110 V e 1000 W em 220 V.

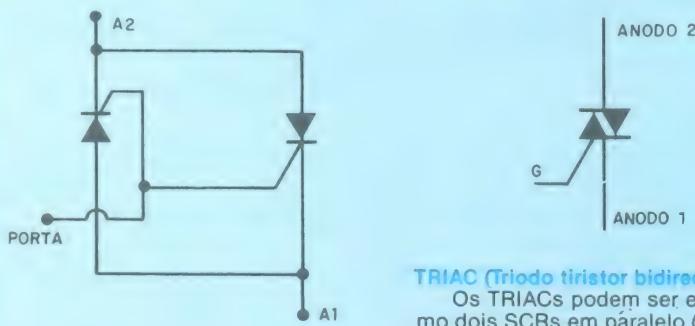
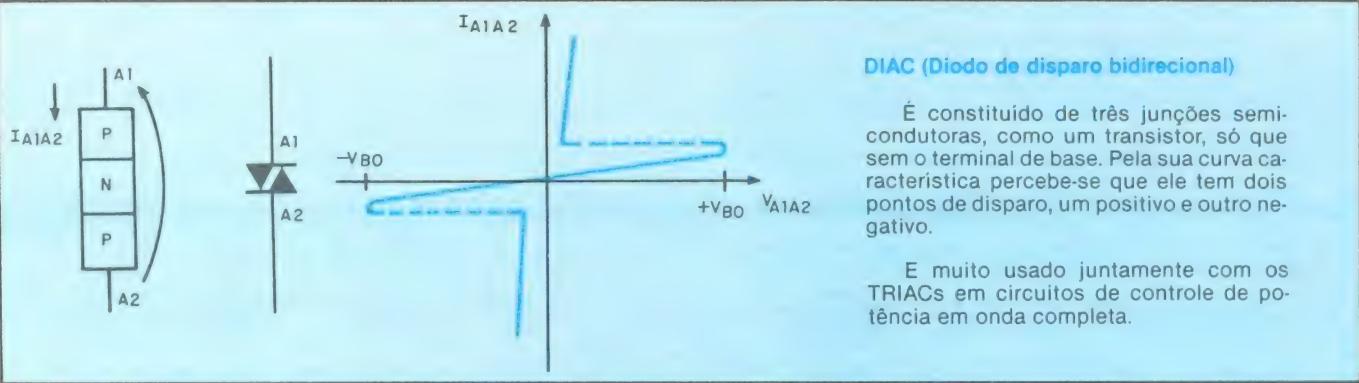


Formas de onda no capacitor C1 e no TRIAC da figura 6.



O kit "controlador de potência" da Nova Eletrônica.





Com esse dispositivo é possível controlar a potência entregue a uma carga tanto nos ciclos positivos como nos negativos. Trata-se de um componente mais útil que o SCR para correntes alternadas já que neste um dos semi-ciclos é perdido (o SCR nunca conduz para tensões V<sub>A</sub>K negativas).

Observe como ficariam as formas de onda numa carga para um circuito similar ao descrito no quadro referente aos SCRs. Aí fica bem claro que o controle de potência se dá tanto no semi-ciclo positivo quanto no semi-ciclo negativo.

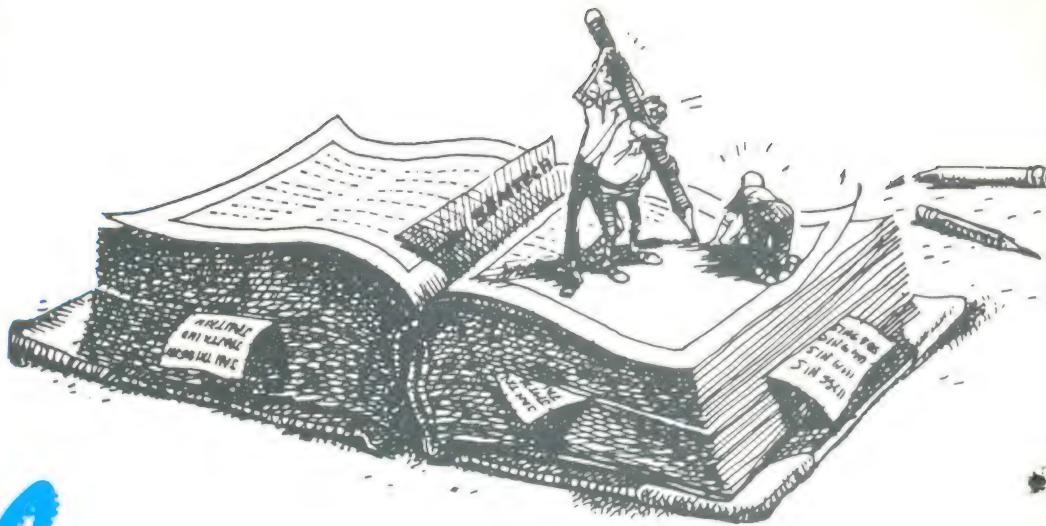
Atualmente os TRIACs são os componentes mais usados em circuitos controladores de potência.

# BRASITONE

**Em Campinas**  
**O mais completo e variado estoque**  
**de circuitos integrados C-MOS, TTL,**  
**Lineares, Transístores, Diodos,**  
**Tirístores e Instrumentos Eletrônicos**

**KITS NOVA ELETRÔNICA**  
 Rua 11 de Agosto, 185 — Campinas — Fone: 31-1756

# NÃO ESTÁ NOS LIVROS



## Um contador divisor por N, com N saídas decodificadas

O circuito que mostramos ilustra o uso de dois integrados CMOS num contador divisor por N que proporciona N saídas decodificadas. Os dois CIs

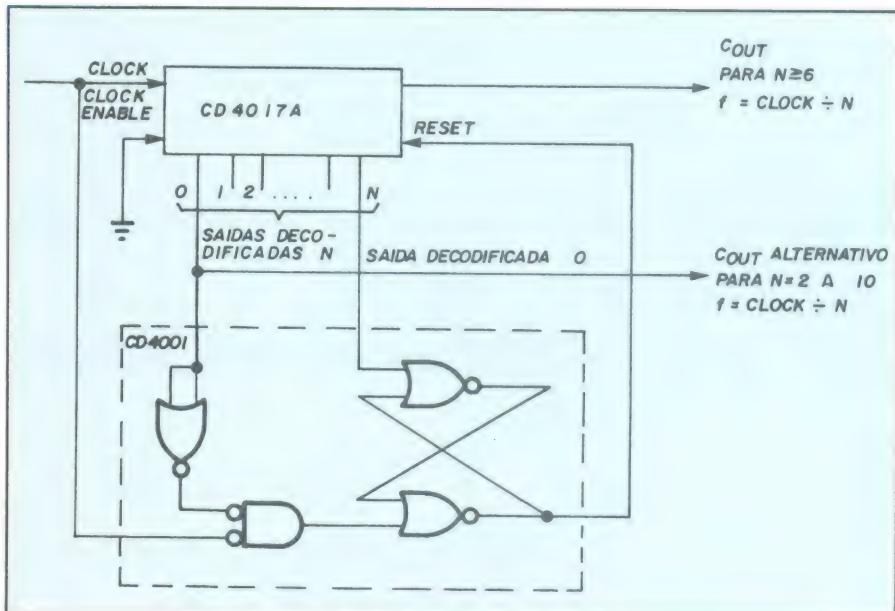
utilizados são o 4017 e o 4001, respectivamente: contador/divisor de décadas e quad portas NOU de duas entradas.

O funcionamento do circuito é simples. Quando o pulso N de saída é atingido (após N pulsos de clock) o flip-flop RS, construído com duas portas

NOU do 4001, gera um pulso de reset que “limpa” o contador 4017, levando-o de volta a zero. Se a saída decodificada N for maior ou igual a 6, a linha de saída de clock ( $C_{OUT}$ ) irá para nível alto, acionando uma possível seção contadora subsequente. A saída decodificada 0 também vai para nível 1 nesse ins-

tante. A coincidência de um clock baixo e uma baixa saída decodificada 0 causará o reset do flip-flop RS, habilitando o 4017.

Se o pulso decodificado N for menor que 6, a linha  $C_{OUT}$  não irá para 1 e, portanto, não poderá ser empregada como clock para um próximo contador. Nesse caso, a saída decodificada 0 poderá ser usada para desempenhar essa função de clock.



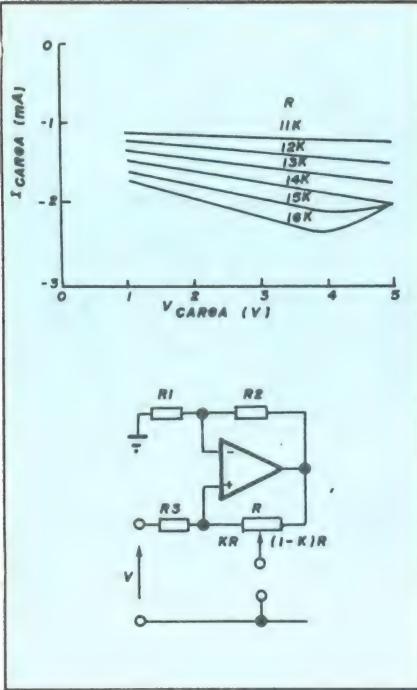
## Um circuito de resistência negativa

Uma boa ferramenta no projeto de osciladores e certas classes de filtros ativos, é o circuito de resistência negativa, o qual pode também ser um caso particular de um conversor de impedância negativa.

O circuito permite um controle da resistência negativa de saída, deixando que a realimentação total positiva exceda a realimentação negativa. Fica estável somente quando a carga externa restabelece a supremacia da reali-

mentação negativa. No circuito da figura, a carga em curto circuito elimina a realimentação positiva completamente, indicando uma estabilidade nessa condição.

Para  $R_2/R_1 > R/R_3$ , a condição de circuito aberto na carga apresenta excessiva realimentação positiva e uma comutação da saída deve ocorrer. Para valores intermediários da carga, a corrente de carga, definida pela tensão  $V$  e o ajuste do potenciômetro  $k$ , observa uma queda quando a resistência da carga é reduzida.



Para os valores mostrados,  $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$  resultará no limite da resistência de saída ( $\infty$ ); aumentando-se os valores de  $R_2$ , será produzida uma resistência negativa, de magnitude decrescente. A corrente máxima na carga está restrita a mais ou menos 2 mA, com  $k = 0,5$ , mas o amplificador por si pró-

prio restringe a corrente a aproximadamente 10 mA, independentemente dos valores de resistência escolhidos.

Em princípio, para ampliar a capacidade de manipulação de corrente, podem ser adicionados seguidores de emissor ao amplificador, reduzindo-se os valores dos resistores. Em muitas aplicações o interesse poderá estar no desempenho com pequenos sinais.

#### Variações nos componentes

$R_1, R_3, R$ : Geralmente convém que estes tenham o mesmo valor. O valor mínimo é ditado pelos efeitos de carga na saída não estará na maior parte das vezes muito abaixo de  $10 \text{ k}\Omega$ . A inclinação negativa da resistência é comparável a estes valores.

$R_2$ : Controla a inclinação da resistência, juntamente com o cursor de  $R$ . Faixa utilizável, de 10 a  $20 \text{ k}\Omega$ .

$k$ : De 0,2 a 0,8. Para aplicações onde o efeito de resistência negativa desejado pequeno,  $k = 0,5$  será satisfatório.

$V$ : Usada para ajustar a corrente de saída a uma faixa sobre a qual  $R_2$  controle a rampa negativa. De +1 a +8 volts para 15 V de alimentação do amplificador operacional.

Outros dados: alimentação do operacional normal (de +4 a +36 volts); operacional usado — LM3900 (1/4).

## LABORATÓRIO DE EFEITOS LUMINOSOS

Termômetros, detectores de zero, tacômetros, indicadores de tensão da rede, luzes sequenciais, voltímetros com *extended range* e indicação de sobrecarga, etc. Esses são apenas alguns exemplos de aplicações possíveis com o Laboratório de Efeitos Luminosos.

Na verdade, este kit é mais simples do que possa parecer. Trata-se de um indicador de níveis de tensão formado por 10 comparadores, todos contidos num único integrado (o novo LM 3914), à saída dos quais são ligados 10 LEDs.

#### KITs NOVA ELETRÔNICA para amadores e profissionais

À VENDA: NA FILCRES  
E REPRESENTANTES

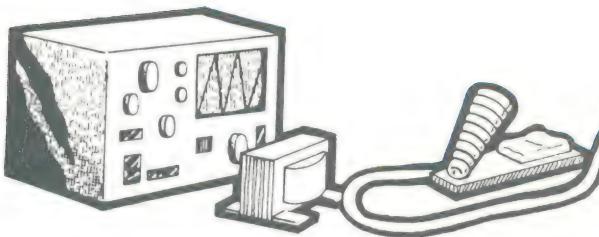
# DEZEMBRO NA FILCRES...

OFERTAS DE SÁBADO,  
DURANTE TODA A SEMANA.

DIARIAMENTE MERCADORIAS COM  
PREÇOS ABAIXO DO CUSTO, PARA VOCÊ  
FESTEJAR EM NOSSA LOJA.

EM DEZEMBRO — DAS 8:00 ÀS 20:00 HS.  
NAS NOVAS E MODERNAS INSTALAÇÕES  
À RUA AURORA, 165 — TEL.: 223-7388  
CENTRO — SP

# BANCADA



## Melhorando o traçador de curvas

Está de volta nosso colaborador Brasil Ramos Fernandes, que já nos brindou com o "Técnicas de Manutenção na Eletrônica" (n.os 22 e 23) e com o "Medição de Alta Tensão, Sem Susto" (n.os 31 e 32). Desta vez ele surge com aperfeiçoamentos para um traçador de curvas de semicondutores, publicado na seção Prática do n.º 36. Mais do que um simples artigo prático, ele dá uma verdadeira aula sobre análise de circuitos, à medida em que vai introduzindo as modificações necessárias, passo a passo.

Brasil Ramos Fernandes

Os leitores que leram o n.º 36 desta revista, de fevereiro de 80, devem ter visto o artigo intitulado "O Traçador de Curvas". Aqueles que já estão familiarizados com esse instrumento sabem o valor inestimável que ele tem, e os que ainda não tiveram contato com ele deveriam fazê-lo o mais rápido possível, pois é realmente um aparelho muito interessante e extremamente útil. Infelizmente, ainda não existe no comércio um traçador de preço acessível, pois todos são importados e muito caros.

Os traçadores comercializados são unidades completas, isto é, já incorporaram um osciloscópio dedicado a essa função e com todos os controles apropriados, mas que, por outro lado, não pode ser usado como osciloscópio normal. Um deles pode ser visto na foto da primeira página do artigo citado.

Traçadores adaptáveis a osciloscópios comuns — até onde sei — não existem à venda. Pôr isso interessei-me bastante pelo tal artigo e, após lê-lo atentamente e examinar o esquema

com cuidado, achei que valeria a pena experimentar — contanto que fossem feitas algumas pequenas alterações que, mais tarde, se tornou evidente serem realmente necessárias para a melhoria do desempenho. Assim, juntei um punhado de componentes e "pin-durei" o circuito. Ele realmente funcionou, mas havia, como previsto, alguns problemas que deveriam ser resolvidos:

1º) A saída do seguidor de emissor em conformação Darlington, que é a saída do gerador de degraus, era acoplada por capacitor (C5), o que tinha o inconveniente de fazer com que o nível zero do sinal ficasse no meio da forma de onda, "desperdiçando" alguns degraus e distorcendo a forma de onda.

2º) Para contornar o inconveniente acima e permitir a inversão de polaridade dos degraus, para transistores PNP, foi incluído um complicado sistema de grampeamento e recuperador CC, formado pelos diodos D9 e D10, pela seção "A" da chave S1, pelo potenciômetro P4 e pelo resistor R4.

Esse sistema, juntamente com C5, era ineficiente e introduzia distorções nos degraus. Além disso, não permitia

a introdução de um offset, isto é, uma polarização CC sobreposta aos degraus. Expliquemos assim: transistores de junção necessitam de, pelo menos, 0,6 V entre base e emissor, para começarem a conduzir (por isso é que eles são polarizados).

Como os degraus tem amplitude de 1 V cada um, a primeira linha da curva característica do transistor, na tela, — corresponde ao primeiro degrau — será mostrada mais próxima do zero e corresponderá, não a um degrau de 1 V, mas de 0,3 ou 0,4 V. Isso corresponde a se aplicar um sinal a um amplificador formado por um transistor, mas sem a devida polarização. Além disso, há casos em que se quer examinar o comportamento de um transistor sem sinal, apenas com polarização. Portanto, a situação mais compatível com a realidade é termos um traçador que nos permita aplicar uma tensão CC de polarização ao transistor e, sobre ela, os degraus de corrente.

3º) O gerador de degraus deve fornecê-los subindo um a um na freqüência da rede multiplicada por dois (120 Hz) e, principalmente, deve estar em sincronismo com a própria rede, já que o gerador de voltagem de teste funciona nessa freqüência.

Quanto à freqüência, não houve problema, mas o sincronismo deixava muito a desejar, o que fazia a família de curvas do semicondutor ficar "patinando" na tela.

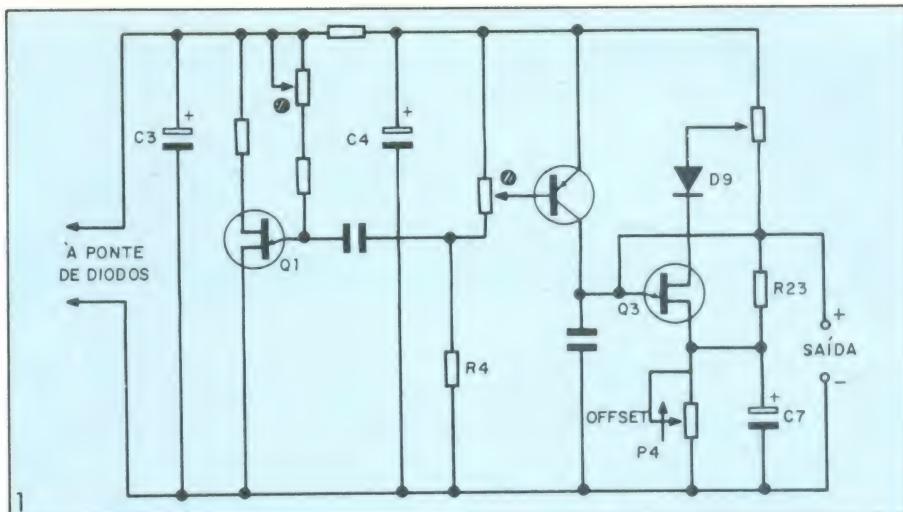
4º) O gerador de tensão de prova fornecia voltagem ajustável através de um único controle, o potenciômetro P5, que atingia um valor de tensão de pico (34 V) que poderia ser excessiva

para alguns tipos de componente. Por outro lado, essa voltagem era um pouco baixa para alguns tipos de teste. É claro que se formos a extremos, deveríamos ter um gerador capaz de fornecer desde alguns milivolts até milhares de volts, em várias faixas. Mas estamos falando de um aparelhinho de construção caseira e destinado a aplicações mais modestas e rotineiras. A modificação será descrita mais adiante.

Além do problema acima, o ajuste por meio do potenciômetro, apenas, é pouco eficiente e consome muita potência.

### Introduzindo as modificações

Vejamos agora o que foi feito para sanar os inconvenientes descritos acima. Notem que o circuito básico permaneceu o mesmo, tendo sido modifi-



Esquema básico do gerador de degraus. Os componentes identificados por símbolos são os que foram alterados ou acrescentados.

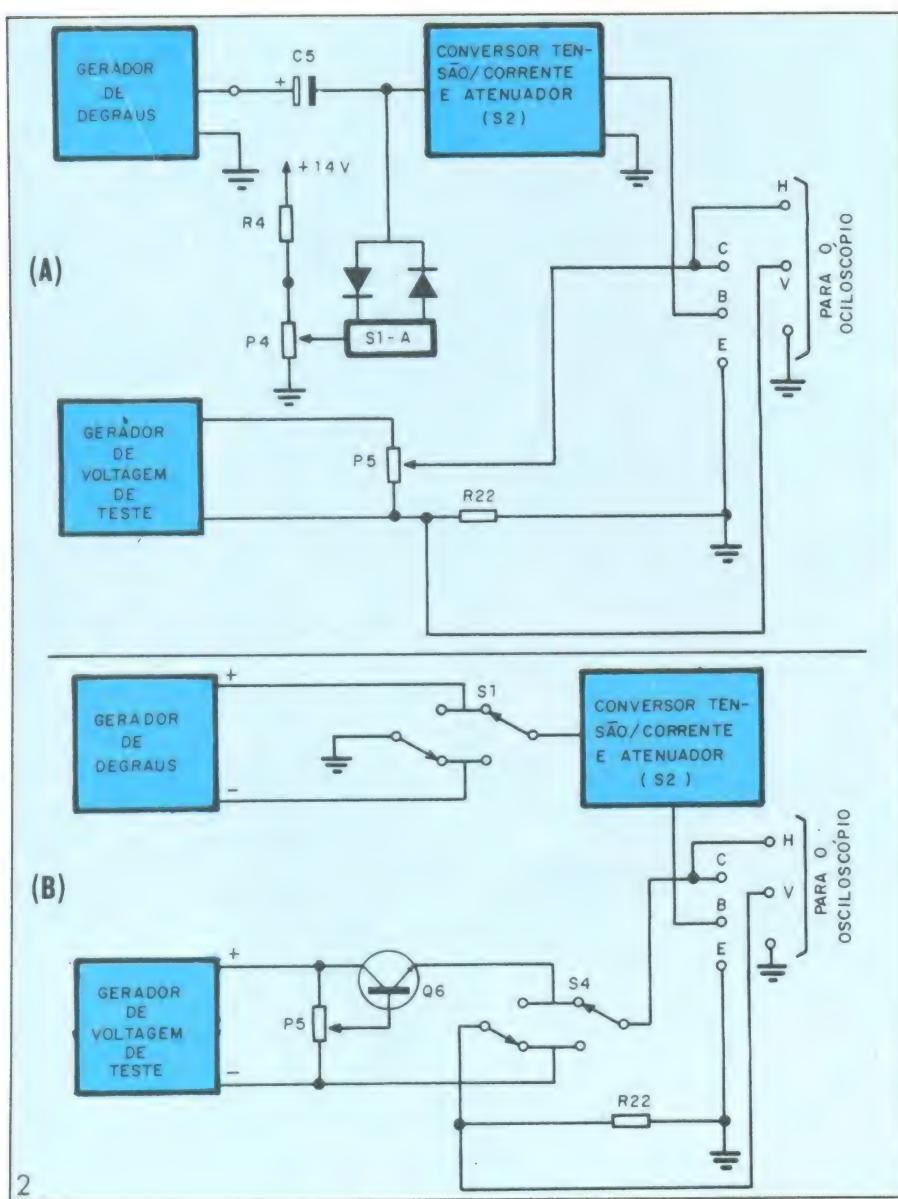


Diagrama de blocos, antes (A) e depois (B) das modificações.

cado apenas, digamos assim, em sua "periferia".

Obedecendo ao princípio de que "tudo o que existe pode ser melhorado", pus mãos à obra e, após alguma pesquisa e muita experimentação, cheguei ao esquema do gerador de degraus da figura 1 (compare-o com o esquema original e acompanhe também pela figura 4).

Pela ordem dos problemas, as soluções encontradas foram as seguintes:

1º) Foi eliminado o capacitor C5, passando o gerador de degraus a ter acoplamento direto, pois seu nível CC na saída é zero e, portanto, não havia necessidade do capacitor.

2º) Foram eliminados os diodos D9 e D10, o potenciômetro P4, o resistor R4 e a chave S1 (inteira).

No lugar da seção "A" da chave S1 foi colocada uma chave miniatura, de alavanca, com dois pólos e duas posições, de forma a inverter o sinal em degraus, podendo-se obter na saída tanto degraus positivos como negativos. Para tanto, foi ainda necessário eliminar as ligações de terra do gerador de degraus e torná-lo um gerador flutuante em relação ao terra. Dessa forma, obteve degraus partindo realmente do zero e subindo ou descendo, conforme a posição da nova S1, com uma forma de onda muito limpa, sem distorções e com maior número de degraus que antes.

Veja na figura 2, de forma simplificada, como ficou o gerador após essas modificações: em 2A, ele tem um terra comum com o gerador de voltagem de teste; em 2B, ele é flutuante, ou seja, é apenas uma 'caixa preta' com dois terminais de saída, que fornecem um sinal que tanto pode ser positivo como negativo, dependendo apenas de qual dos dois seja conectado ao terra co-

mum do circuito. Quarto ao transistor Q6, será explicado adiante.

Mas como foi dito no ítem 2 da primeira parte, era necessário um meio de introduzir um *offset*, isto é, uma polarização CC sobreposta, ou não, aos degraus, e isto foi feito de tal forma que os degraus podem ser "levantados" até pouco mais de 1 V, por meio do potenciômetro P4 das figuras 1 e 4, tanto no sentido positivo quanto no negativo. A figura 3 ilustra o sinal resultante obtido.

3º) O problema da falta de sincronismo só poderia ser resolvido fazendo-se com que a freqüência da rede sincronizasse o oscilador, o que foi conseguido alimentando-se o primeiro transistor unijunção com tensão retificada e pouco filtrada. Acompanhe no esquema simplificado da figura 1.

O primeiro capacitor de filtro da fonte de + 14 V foi reduzido de 220  $\mu$ F para 25  $\mu$ F, o que proporcionou uma ondulação (*ripple*) de amplitude suficiente para sincronizar o primeiro unijunção em 120 Hz. De C3 foi tirada, então, a alimentação para Q1. O segundo capacitor de filtro foi aumentado para 1000  $\mu$ F, e deste ponto foi alimentado o restante do circuito.

O antigo resistor R4 foi eliminado, passando o novo R4, com valor de 15 k, para o lado negativo de C1, o que au-

mentou a estabilidade do oscilador, proporcionando um caminho direto de carga para C1, que antes não existia (este tipo de oscilador geralmente usa um diodo no lugar de R4, mas neste circuito o acréscimo do diodo exigiria modificações mais profundas).

Foi ainda acrescentado o diodo D9, em série com o cursor de P3 (nº de degraus), o que diminuiu os *spikes* de comutação dos degraus, e também o resistor de 1 k, em série com o mesmo P3, com a finalidade de eliminar uma "zona morta" no curso desse potenciômetro, que somente permitia o aparecimento do primeiro degrau após um ângulo muito grande de giro do mesmo. Com o acréscimo de R23, o curso morto foi reduzido a um ângulo muito menor, com o consequente maior aproveitamento do giro desse controle.

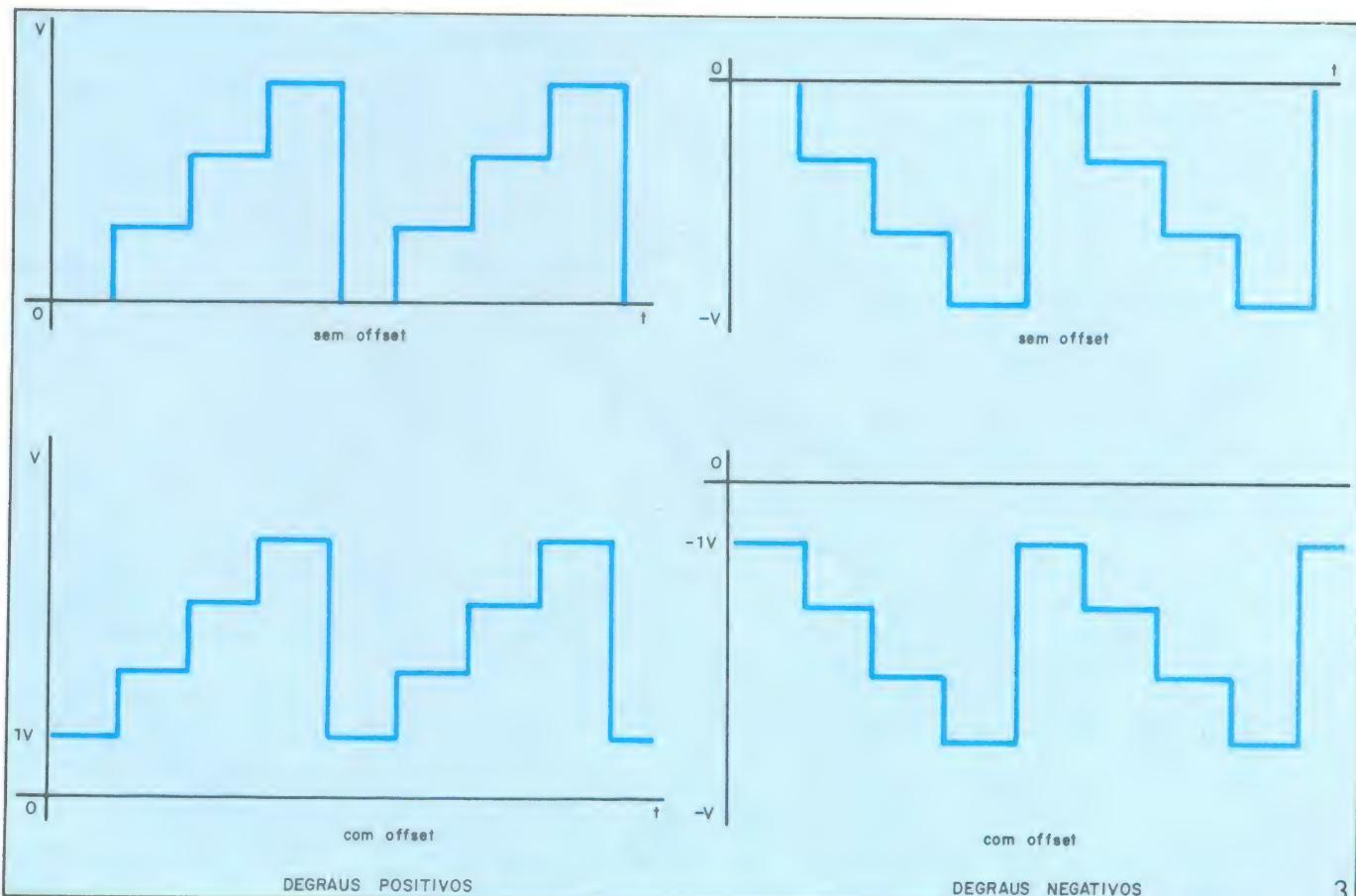
4º) Quanto ao gerador de voltagem de teste, as modificações podem ser acompanhadas pela figura 4. Primeiramente, foi usado um transformador com secundário de 16 + 16 V e acrescentada a chave S5, de forma que pudemos obter duas faixas de voltagem de teste, a primeira de 0 a 22,5 volts de pico e a segunda, de 0 a 45 V de pico, o que dá maior flexibilidade ao aparelho.

O potenciômetro de controle de voltagem (P5) foi alterado para 5 k e

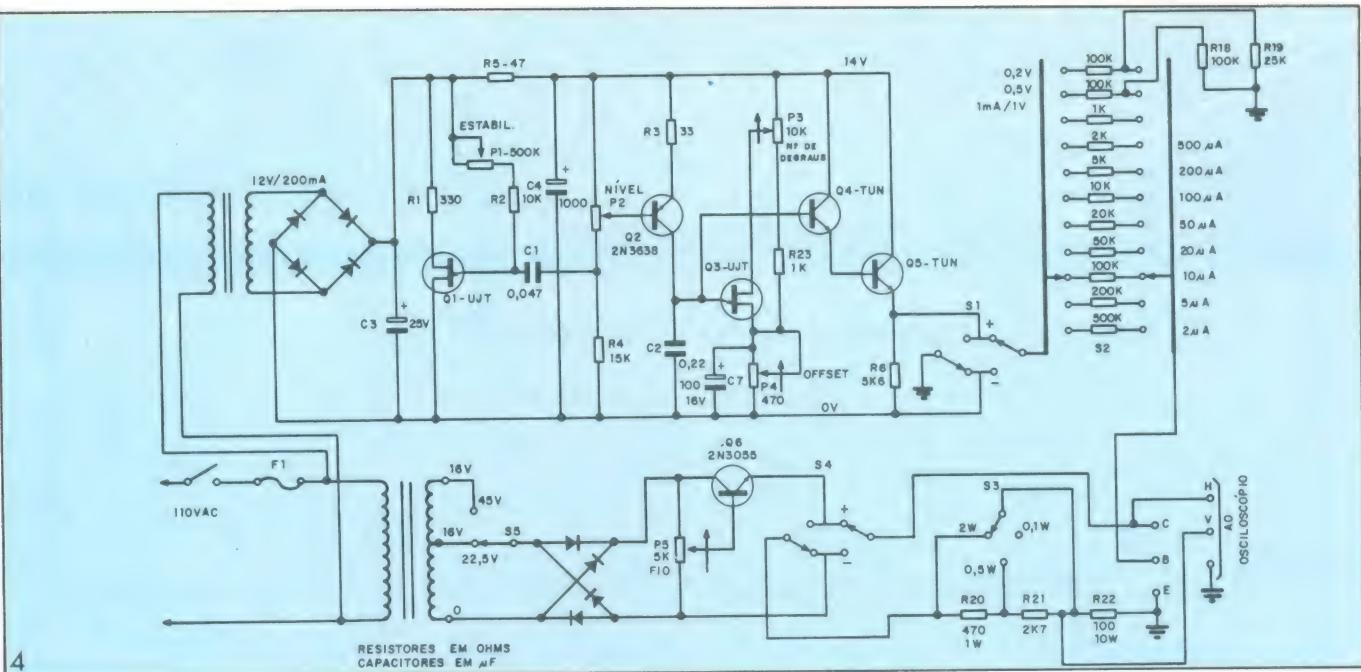
acrescentado o transistor Q6 (2N3055), como elemento resistivo dinâmico controlado por P5. Foi adicionada, ainda, a chave S4, em substituição às seções B e C da antiga chave S1, para inversão de polaridade. Aqui convém notar que o uso de chaves de inversão separadas, para o gerador de degraus e para o gerador de tensão de teste, proporciona maior flexibilidade ao instrumento, no caso de teste de transistores de efeito de campo, por exemplo.

Quanto aos resistores de limitação de potência e ao sensor de corrente, com sua chave associada (S3), foram mantidos como estavam. A figura 4 apresenta o esquema completo do traçador de curvas, após as modificações. Note que foram usados dois transformadores, ao contrário do esquema original, pois é mais fácil e prático, pelo fato de não haver no comércio um transformador que atenda às especificações necessárias. Aqueles que tiverem a habilidade (e paciência, e tempo, e fios e tudo o mais), podem fazer ou modificar um transformador, como foi sugerido no artigo original.

Quanto aos semicondutores, usei unijunções de um tipo diferente do original e funcionou muito bem. Acredito que qualquer UJT (unijunction transistor) deverá funcionar. Para Q2, usei o próprio 2N 3638 e também para Q4 e



Formas de onda obtidas na saída do gerador de degraus, após o acréscimo do controle de *offset* e eliminação do capacitor C5.



Esquema completo do traçador de curvas, após as modificações.

Q5, que no esquema está especificado "TUN", que significa transistor universal NPN (aliás, no artigo original há uma discrepância entre o tipo de transistor especificado no esquema e o indicado no circuito impresso). De qualquer forma, qualquer transistor NPN moderno servirá. Se por acaso ocorrer do nível CC na saída ser diferente de zero, devido a fugas ou cargas acumuladas, experimente colocar um resistor de 1 megohm entre base e emissor de Q4 e Q5. Observe que também foi aumentado o valor do resistor de emissor de Q5, a fim de aumentar a impedância de entrada do seguidor de emissor.

Uma outra observação sobre o esquema: as setas que cruzam os cursos dos potenciômetros indicam o sentido horário de rotação dos mesmos (sentido em que aumenta a quantidade controlada), enquanto os pequenos círculos cortados por dois traços, junto aos outros potenciômetros, indicam que é ajuste interno. Este tipo de informação ainda não é usada em nosso meio, mas deveria ser, pois esclarece muita coisa no próprio esquema e auxilia bastante na ocasião da montagem.

#### Conclusão e comentários gerais

É claro que o aparelhinho poderia ser aperfeiçoada ainda mais, mas isto implicaria em torná-lo muito mais complexo. Quando desenvolvi as modificações, procurei manter as características positivas do projeto original, ou seja, simplicidade, baixo custo, facilidade de montagem e de operação.

Aos leitores que não montaram o

traçador, mas que pretendem fazê-lo, sugeriria que façam o painel dividindo-o em três campos: o primeiro contendo os controles do gerador de degraus, o segundo, os do gerador de tensão, e o terceiro, os soquetes e/ou conectores para os componentes sob teste.

O campo do gerador de degraus deve conter os seguintes controles:

- Inversor de polaridade (chave S1)
- Corrente/voltagem por degrau (chave S2)
- Número de degraus (potenciômetro P3)
- Offset (potenciômetro P4)

Os potenciômetros P1 (estabilidade) e P2 (nível) devem ser instalados no circuito impresso, pois não são controles de operação, mas sim ajustes internos.

O campo do gerador de tensão de prova deve conter os seguintes controles:

- Inversor de polaridade (chave S4)
- Potência (chave S3)
- Faixa de voltagens — 22,5 ou 45 V — (chave S5)
- Voltagem de teste (potenciômetro P5)

É bom ter em mente que as chaves S3, S4 e S5 poderão, em alguns casos, estar conduzindo corrente elevada (0,45 A) e convém portanto utilizar, para S3, uma chave dupla ligada em paralelo, ou seja, uma chave de 2 pólos por 3 posições para S3 e uma chave de alavanca 2 × 2 para S4 e S5 (mesmo que a chave usada em S3 seja especificada para 1 A ou mais, este procedimento multiplicará consideravelmente sua vida útil).

Aos leitores que por acaso já tiveram montado o aparelho, sugiro que efetuem as modificações descritas (mesmo à custa de algumas "pinduras")

"ções" na chapa de circuito impresso), e garanto que obterão resultados muito melhores.

Neste ponto, julgo necessária uma observação a respeito do resistor sensor de corrente, o R22: da forma que ele está colocado no circuito, a família de curvas aparecerá de cabeça para baixo na tela do osciloscópio, isto é, a corrente cresce de cima para baixo com transistores NPN e de baixo para cima com os PNP; mas não há outro jeito, ou melhor, há, mas a solução deveria incorporar um amplificador-inversor, com sua respectiva fonte de alimentação, funcionando linearmente em uma faixa muito ampla de tensões de sinal, o que certamente complicaria e encareceria consideravelmente o aparelho.

Aos puristas, que desejarem realmente ver as curvas "de cabeça para cima", sugiro que usem um osciloscópio que possua chave inversora de polaridade, ou então que façam a inversão trocando as conexões do amplificador de saída vertical do osciloscópio.

E, finalmente, os leitores que leram os artigos (sobre o traçador original e também este), que possuem um osciloscópio e que não se interessaram em montar o aparelhinho, não sabem o que estão perdendo. O traçador de curvas é um excelente meio de testar dinamicamente e medir características, não só de transistores, mas de vários outros componentes, como diodos, SCRs, triacs, diodos zener e túnel, capacitores, resistores, etc. Mas, a operação e aplicações do traçador de curvas são temas que poderão ser discutidos em outro artigo.

# a tabela do MES

Li 9,32	Be 3,25	Resistividade dos Elementos Químicos												B	C	N	O	F	Ne
Na 4,75	Mg 4,30	Resistividade em unidades $10^{-6}$ ohm.cm												Al 2,74	Si	P	S	Cl	Ar
K 7,19	Ca 3,6	Sc 46,8	Ti 43,1	V 19,9	Cr 12,9	Mn 139,	Fe 9,8	Co 5,8	Ni 7,0	Cu 1,70	Zn 5,92	Ga 14,85	Ge	As	Se	Br		Kr	
Rb 12,5	Sr 21,5	Y 58,5	Zr 42,4	Nb 14,5	Mo 5,3	Tc 14,	Ru 7,4	Rh 4,8	Pd 10,5	Ag 1,61	Cd 7,27	In 8,75	Sn(w) 11,0	Sb 41,3	Te	I		Xe	
Cs 20,0	Ba 39,	La 79,	Hf 30,6	Ta 13,1	W 5,3	Re 18,6	Os 9,1	Ir 5,1	Pt 10,4	Au 2,20	Hg liq 95,9	Tl 16,4	Pb 21,0	Bi 116,	Po 46,	At		Rn	
Fr	Ra	Ac	Ce 81,	Pr 67,	Nd 59,	Pm	Sm 99,	Eu 89,	Gd 134,	Tb 111,	Dy 90,0	Ho 77,7	Er 81,	Tm 62,	Yb 26,4	Lu 53,			
			Th 15,2	Pa	U 25,7	Np 118,	Pu 143,	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

Para quem lida com elementos químicos a tabela deste mês vem a calhar. Apresentamos uma tabela periódica onde os números que aparecem nos quadros são as resistividades elétricas dos elementos. As unidades e os fatores de conversão estão indicados na própria tabela.

## O Vento Eletrônico

está na Bahia. Lá você encontra também  
um grande estoque de componentes e  
todos os demais Kit's Nova Eletrônica.

**TV-Peças Ltda.**

**Rua Saldanha da Gama, 9 – Sé**

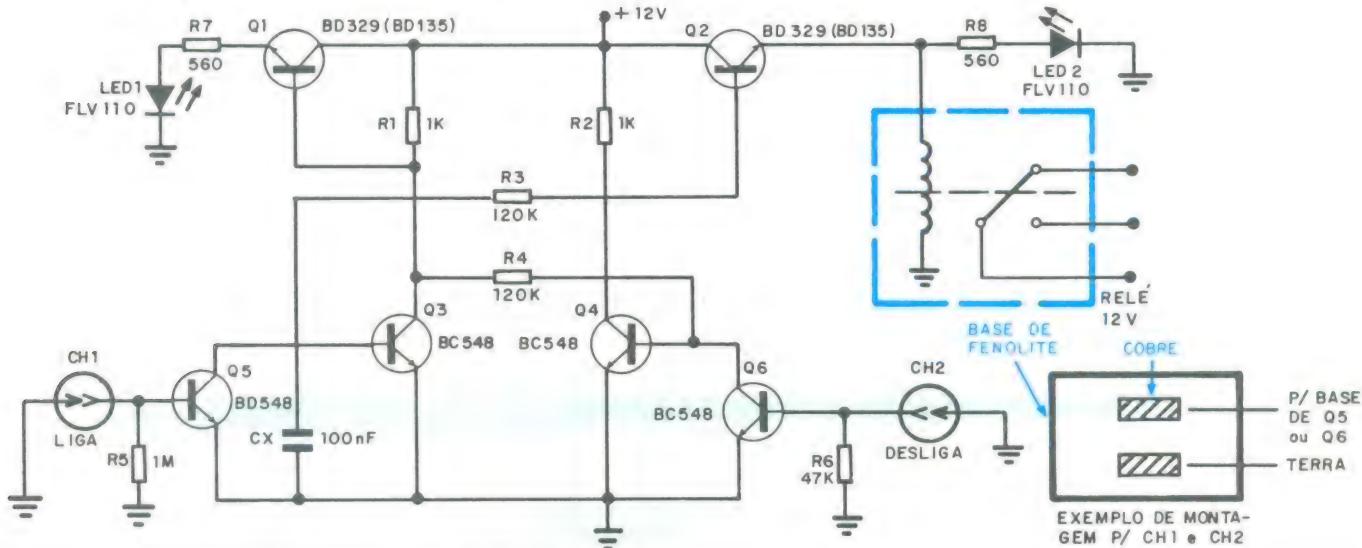
**Fone: 242-2033 – Salvador.**

# idéias do lado de lá

Emílio e Gilson Marques, de Olinda, Pernambuco, em constante sintonia com a seção, enviam a colaboração deste mês.

**Leve Toque** — Ligue e desligue qualquer aparelho com apenas um leve toque de dedos

"Este é um circuito multivibrador biestável, com o nível de corte e saturação controlado. CH1 e CH2 servem para ligar e desligar o circuito e podem ser feitas com qualquer material condutor, formando duas faixas, uma separada da outra; quando se encosta o dedo entre uma e outra, o circuito é acionado ou desligado."



#### VOLT-AMPERÍMETROS ALICATES

- Em duas versões: AV-10 e AV-20
- Escalas múltiplas até 1000ACA e 600VCA
- Fornecidos em estojo de couro com pontas de prova

SOLICITE A PRESENÇA DE NOSSOS REPRESENTANTES  
GARANTIA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA PERMANENTES.

#### INSTRUMENTOS ELÉTRICOS ENGRO S.A.

Matriz e Fábrica: Rua das Margaridas, 221 (Brooklin) Fone: 542-2511 PABX  
Telex (011) 21.197 IELE BR — C. Postal. 930 — 04704 — São Paulo  
Filial Rio de Janeiro: Av. Franklin Roosevelt, 115 — 4º andar — Cj. 403  
Fones: 220-7711



#### PISTOLA PARA SOLDAR OSLEDI

Rápida, robusta, 110/140 Watts

Regulagem de aquecimento

Solda até 10 mm<sup>2</sup>

Contato de segurança

Ilumina o ponto de solda

Ideal p/ todas as soldas

Volts 110/220

Garantia de fábrica — Cr\$ 1.640,00



#### INSTITUTO DE DIVULGAÇÃO DE TÉCNICAS ELÉTRICAS E MECÂNICAS LUFEN

Vendas pelo Reembolso Aéreo e Postal.  
Caixa Postal 61.543 - S.P. - CEP 01000

Preço válido até 15/01/1981

Pagamento com cheque visado ou vale postal dá direito a 5% de desconto.

NOME \_\_\_\_\_  
ENDEREÇO \_\_\_\_\_ CEP \_\_\_\_\_

ENVIAR:  Pistola de solda 110  220   
 Furadeira 110  220

# ANTOLOGIA DO 74C14

Organização e Pesquisa de J.R.S. Caetano.

Os Schmitt triggers são circuitos bem conhecidos por sua característica de quadrar formas de onda. Suas potencialidades de aplicação estendem-se tanto pela área analógica quanto pela digital.

Inicialmente construídos com componentes discretos, depois integrados pela família TTL, agora já dispomos de Schmitt triggers CMOS. Dentre estes, o 74C14 foi escolhido para nossa Antologia, como um exemplo prático e versátil desse tipo de circuito.

O Schmitt trigger, ou disparador Schmitt, é um circuito de ação rápida, muito útil na conversão de sinais senoidais de baixa frequência em ondas quadradas de comutação rápida, condicionamento de contatos de chaves ou relés, ou interligação de famílias lógicas. Mais do que isso, como veremos adiante, ele pode implementar circuitos de osciladores, conversores de tensão-freqüência, VCOs, etc.

Não nos estenderemos na explicação de como ele funciona, pois isto você poderá encontrar no artigo "Circuitos disparadores e controladores de potência" da série "A Eletrônica dos Circuitos Básicos" deste mês. Lá está explanado o princípio de operação do Schmitt trigger com partes discretas.

Para o nosso estudo, porém, é bom começar lembrando que o disparador Schmitt normalmente apresenta dois níveis ou limites de disparo: o superior (positivo) e o inferior (ou negativo). Estes níveis determinam os pontos em que o sinal resultante em sua saída muda de estado. As formas de onda da figura 1 ajudam-nos a mostrar

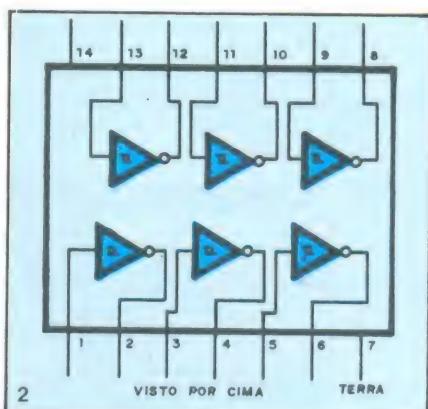
como isso acontece. O sinal de entrada, nesse caso, é uma forma de onda cujos valores variam aleatoriamente no tempo. Quando este sinal excede um certo valor (que é o limite superior de disparo) a saída do Schmitt cai do nível VCC em que estava inicialmente, para 0 V, ou seja, nível lógico 0. A saída do dispositivo permanece neste nível até que a tensão de entrada caia abaixo de um certo valor, o limite inferior de disparo, quando então ela volta a sua condição inicial de VCC, isto é, nível lógico 1.

Essa é a regra geral de funcionamento dos dispositivos Schmitt trigger. A região situada entre os dois pontos de disparo é chamada de zona de histerese ou banda morta, por que não afeta a saída do disparador. Essa propriedade da histerese é muito importante no Schmitt trigger. Num comparador, um sinal de ruído colocado além do seu nível de disparo pode causar múltiplas transições na saída, se o tempo de resposta do dispositivo for menor que o tempo entre os efeitos espúreos. No Schmitt trigger, como ele possui dois limiares de disparo, o efeito espúreo deve ser maior que a diferença entre os limiares para provocar transições na saída. Por exemplo, com uma alimentação de 10 V, há tipicamente uma diferença de 3,6 V entre os limiares de disparo do 74C14; esta histerese é suficiente para superar quase todos os sinais espúreos que possam aparecer na entrada.

## O integrado 74C14

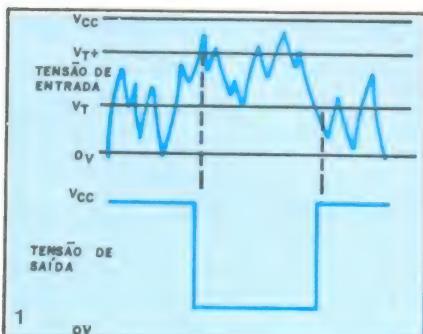
O dispositivo que selecionamos é um hex Schmitt trigger, o que quer di-

zer: um grupo de seis disparadores Schmitt contidos numa mesma cápsula de 14 pinos. Verifique isto pela figura 2, onde está o diagrama de cone-



xões do 74C14, e observe o símbolo usado para identificar o Schmitt trigger, que dá idéia de sua característica de histerese.

O 74C14 é um circuito integrado monolítico de tecnologia MOS complementar (CMOS), correspondente ao CI 7414 TTL. Os primeiros Schmitt triggers eram construídos com partes discretas, o que os tornava caros e muitas vezes demorados de projetar. Depois foram introduzidos na versão TTL, suscitando uma renovação no interesse por suas possibilidades de aplicação, pois o fato de apresentarem-se num único bloco facilitava o trabalho dos projetistas. Mas, ainda assim, as características de entrada dos TTL dificultavam a polarização da entrada de disparo e somavam-se a ou-



etros problemas, como a estreita faixa de alimentação, a baixa impedância de entrada e as características não balançadas da saída.

O uso da tecnologia CMOS veio solucionar a grande parte destes problemas. Os CMOS apresentam alta impedância de entrada, com limiares de disparo aproximadamente simétricos à metade do valor da fonte e pode-se dispor de uma tensão de entrada maior. Sua faixa de alimentação é bastante ampla, consomem pouca energia, têm alta imunidade a ruído e atraso de propagação menor.

Um ponto em que os dispositivos CMOS ainda continuam devendo aos TTL é quanto ao preço dos componentes isoladamente. Entretanto, analisando melhor, o custo de um sistema que usa CMOS pode ser menor. As fontes de alimentação requeridas pelos CMOS são mais baratas e menores, porque estes exigem menor regulação e menor capacidade de fornecimento de corrente. Também dispensam ventoinhas e outros equipamentos de refrigeração, porque dissipam menos potência. A transmissão de sinais digitais também torna-se mais simples e mais barata com os CMOS. E com o aumento do volume de produção os componentes CMOS tendem a alcançar os TTL no preço. Por isso, é importante que você desde já se acostume a escolher os CMOS para a realização de projetos.

A opção pelo 74C14 pode ser feita mesmo se o restante do circuito em que irá trabalhar for TTL, pois ele é compatível com TTL de baixa potência. Todas as suas entradas são protegidas contra descargas estáticas, por diodos grampeadores internos. Sua imunidade a ruído é da ordem de 0,7 VCC, sendo que a faixa de alimentação vai de 3,0 a 15 V. A histerese típica é de 0,4 VCC, sendo garantida para 0,2 VCC. Os limites de disparo positivo ( $V_T+$ ) e negativo ( $V_T-$ ) apresentam baixa derivação térmica: 0,0005 V/ $^{\circ}$ C com VCC = 10 V. O atraso de propagação da entrada para a saída, com VCC = 10 V é tipicamente 80 ns, atingindo um máximo de 200 ns. A capacidade vista em qualquer das entradas é de 5,0 pF. A tensão que pode ser aplicada a qualquer pino de entrada vai de -0,3 V até VCC + 0,3 V. A temperatura de trabalho do 74C14 fica na faixa de -40 $^{\circ}$ C a +85 $^{\circ}$ C.

Observe agora (na tabela I), as características elétricas com tensão CC para o dispositivo, com seus limites máximos e mínimos, sempre dentro da faixa de temperatura para ele especificada. Veja também os valores para acoplamento com a lógica TTL de baixa potência (*low power*), na tabela II.

O desempenho dos Schmitt triggers do 74C14 está ilustrado também

Tabela I

Parâmetro	Condições	Min	Tip	Max	Unidade
$V_T+$	VCC = 5 V	3,0	3,6	4,3	V
	VCC = 10 V	6,0	6,8	8,6	V
	VCC = 15 V	9,0	10,0	12,9	V
$V_T-$	VCC = 5 V	0,7	1,4	2,0	V
	VCC = 10 V	1,4	3,2	4,0	V
	VCC = 15 V	2,1	5,0	6,0	V
Histerese $V_T+ - V_T-$	VCC = 5 V	1,0	2,2	3,6	V
	VCC = 10 V	2,0	3,6	7,2	V
	VCC = 15 V	3,0	5,0	10,8	V
Nível lógico 1 de saída	VCC = 5 V; $I_S = -10 \mu A$	4,5			V
	VCC = 10 V; $I_S = -10 \mu A$	9,0			V
Nível lógico 1 de saída	VCC = 5 V; $I_S = +10 \mu A$			0,5	V
	VCC = 10 V; $I_S = +10 \mu A$			1,0	V

Tabela II

Parâmetro	Condições	Min	Tip	Max	Unidade
nível lógico de entrada	1VCC = 5 V	4,3			V
nível lógico de entrada	0VCC = 5 V			0,7	V
nível lógico de saída	1VCC = 4,75V; $I_S = -360 \mu A$	2,4			V
nível lógico de saída	0VCC = 4,75V; $I_S = 360 \mu A$			0,4	V

nas curvas características das figuras 3 e 4. A primeira é um gráfico com as características típicas de transferência de entrada x saída. A segunda refere-se à faixa garantida dos limites de

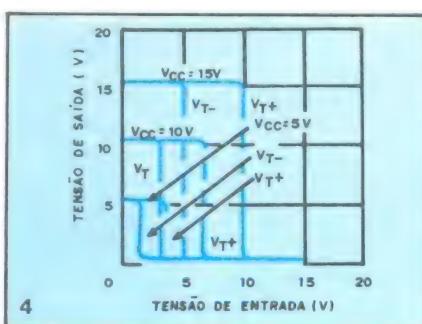
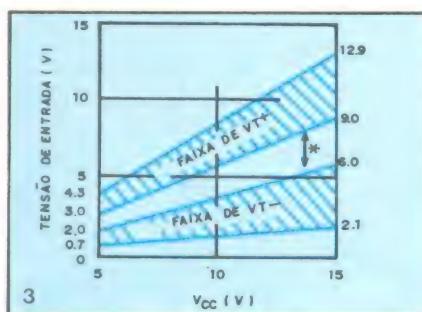
disparo superior e inferior, em função da alimentação e da tensão de entrada.

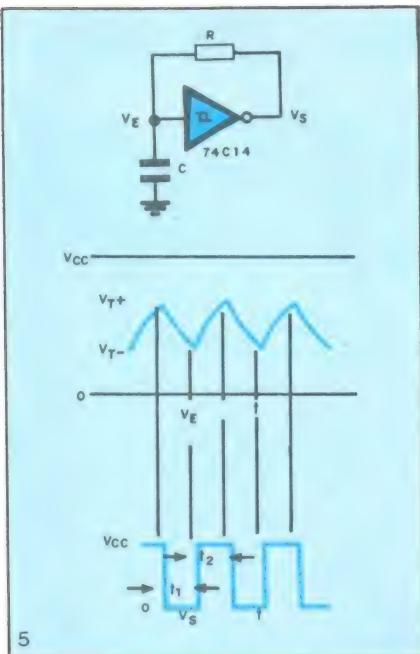
#### Aplicações do Schmitt CMOS

A maior parte das aplicações que apresentaremos vale-se da capacidade de que os diaparadores Schmitt CMOS têm de simplificar projetos ou melhorar sua performance.

A primeira aplicação é um oscilador de baixa potência que requer somente um Schmitt trigger (1/6 do 74C14), um resistor e um capacitor. Os cinco outros contidos na cápsula você poderá usar no sistema como inversores comuns, ou como disparadores Schmitt mesmo.

O circuito desse oscilador está na figura 5. Na mesma figura, você observa também as formas de onda de entrada e saída do circuito. A tensão de entrada varia entre os dois limites do Schmitt trigger. Se estes limites fossem porcentagens constantes de VCC ao longo de toda a faixa de tensões de alimentação, o oscilador seria insensível a variações em VCC. Mas, este não é o caso. Os limites do Schmitt trigger variam suficientemente para fazer o oscilador exibir uma boa sensibilidade a VCC. As aplicações que não exigem





5

uma extrema estabilidade ou que possibilitem acesso a fontes bem reguladas, não serão afetadas por essa sensibilidade a VCC. Poderão ser esperadas variações nos limites num máximo de quatro ou cinco porcento, com a alteração de VCC entre 5 e 15 V.

Os cálculos para determinação dos valores de R e C, ou destes para a freqüência desejada na saída, deverão obedecer às seguintes fórmulas:

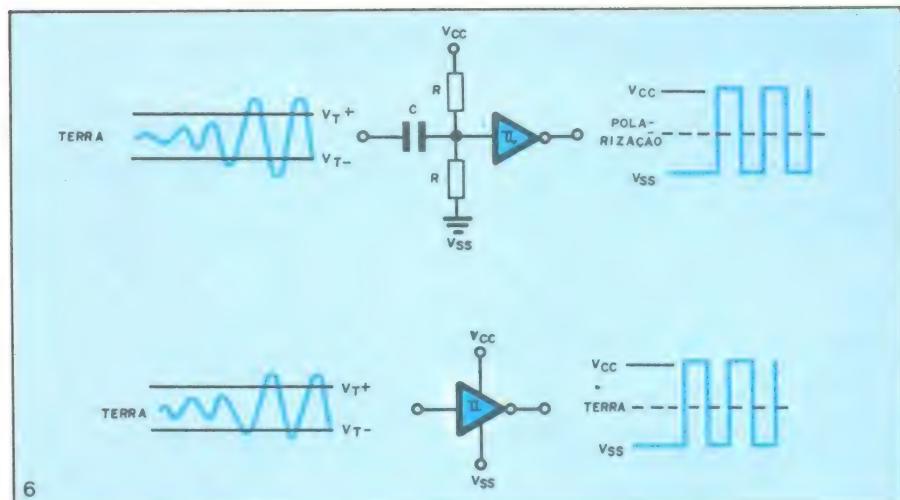
$$t1 \approx RC \ln \frac{V_T+}{V_T-}$$

$$t2 \approx RC \ln \frac{VCC - V_T-}{VCC - V_T+}$$

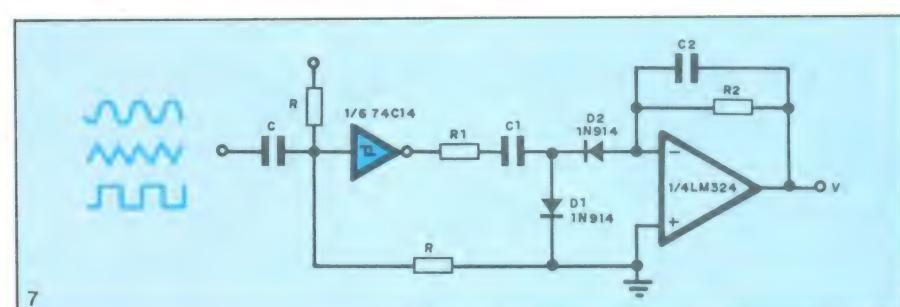
$$f \approx \frac{1}{RC \ln \frac{V_T+ + (VCC - V_T-)}{V_T-(VCC - V_T+)}} \approx \frac{1}{1,7 RC}$$

Agora, na figura 6, temos um circuito conversor de onda senoidal para quadrada. Devido à simetria de entrada, o Schmitt é facilmente polarizado para a obtenção de um ciclo de trabalho de 50%. A alta impedância de entrada simplifica a seleção dos resistores de polarização e do capacitor de acoplamento. Como os CMOS operam numa larga faixa de alimentação, o disparador pode ser alimentado por fontes divididas (como na figura 6B). Isso polarizará o valor médio de limite perto de zero, e tornará possível o acoplamento direto com um amplificador operacional.

Na figura 7 temos um conversor de freqüência para tensão que aceita qualquer forma de onda sem alteração



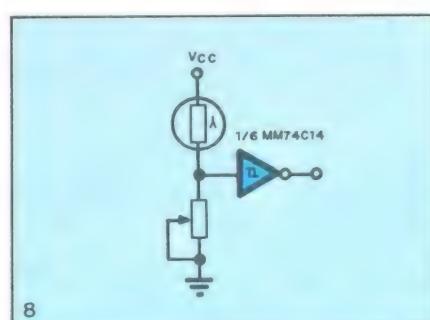
6



7

na tensão de saída. Embora a energia nas formas de onda seja muito diferente, apenas a freqüência determina a tensão de saída. Como a saída do Schmitt CMOS tende ao valor da alimentação, uma tensão alternada constante sobre o capacitor C1 faz com que uma corrente flua por ele, dependendo somente da freqüência. Nas oscilações positivas a corrente descarrega-se para a terra através de D1. Nas oscilações negativas é puxada pela entrada inversora do amp op através de D2 e transformada em uma tensão média por R2 e C2. Uma vez que a saída do disparador Schmitt CMOS tende ao valor da fonte, a variação de tensão sobre o capacitor corresponde justamente à alimentação.

Os Schmitt triggers também são muito usados para gerar transições rápidas, quando uma função de variação lenta excede um nível pré-determinado. Na figura 8 vemos um circuito típico



8

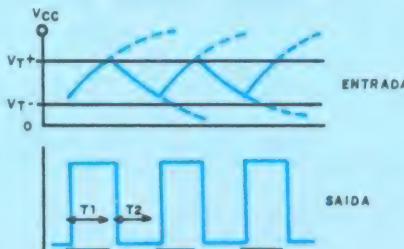
co desta aplicação, uma chave ativada por luz. A elevada impedância do Schmitt CMOS facilita extremamente a polarização. A maioria das photocélulas apresenta resistência de alguns k ohms quando iluminada, e de megaohms quando no escuro. Como o dispositivo CMOS tem uma impedância de entrada de  $10^{12}$  ohms, não são sentidos efeitos das variações na saída da photocélula. A solução é dada com a seleção do resistor de polarização que forma com a photocélula um divisor de tensão. Quando a tensão de entrada subir devido ao aumento da luminosidade, e o nível de disparo V\_T+ for atingido, a saída irá para 0 e permanecerá em 0 até que a intensidade da luz se reduza significativamente.

Agora, na figura 9, observamos um oscilador RC bastante simples construído com um 74C14. A onda quadrada de saída tem um ciclo de trabalho (*duty cycle*) de aproximadamente 50% devido às características balanceadas de entrada e saída do CMOS. A equação da freqüência de saída supõe que  $t1 = t2$  é muito maior que a soma dos atrasos de propagação.

O Schmitt CMOS pode também aumentar a imunidade a ruídos numa linha de transmissão desbalanceada. Na figura 10 vemos uma aplicação para uma linha de transmissão diferencial ou balanceada. O circuito da figura 10A é um OU exclusivo CMOS, o 74C86, que pode ser obtido também a ▷



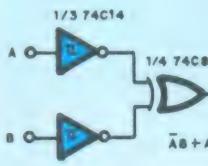
9



limite de disparo positivo do *Schmitt* é atingido. Nesse instante, o disparador vai para 0, fazendo com que o transistor conduza através de  $R_S$  e do capacitor de speed-up,  $C_S$ . A histerese mantém a saída baixa até o capacitor  $C$  descarregar-se por  $R_D$ . O resistor  $R_D$  deve ser muito menor que  $R$  para manter o tempo de *reset* mínimo. A frequência de saída é dada por:

$$f = \frac{V_T+ - V_E}{(V_T+ - V_T-)RC}$$

Também um monoestável, ou alargador de pulso, pode ser construído partindo-se do *Schmitt trigger* 74C14 (veja a figura 12). Um pulso positivo vindo do inverter (1/6 do 74C04) faz com que o disparador vá para nível baixo, descarregando o capacitor através do diodo D1. O capacitor é rapidamente descarregado, de modo que a entrada do *Schmitt* passa a zero e sua saída consequentemente muda para nível 1. Quando a entrada do inverter retorna a zero, o diodo de bloqueio evita a carga do capacitor pelo inverter e o resistor o carrega pela fonte. Quando a tensão de entrada atinge o valor de  $V_T+$ , a saída do *Schmitt* vai para zero, depois do pulso de entrada ter ido a zero.



1/3 74C14 SCHMITT TRIGGER  
1/8 74C04 INVERSOR  
3/4 74C00 NE 2 ENTR.  
1/3 74C10 NE SENTR.

TABELA VERDADE

A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

Q = IGUAL AO ANTERIOR

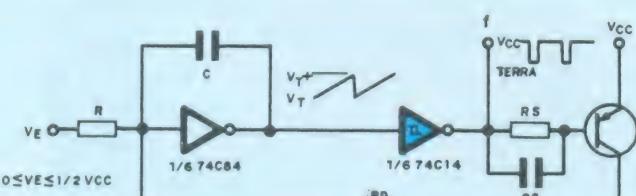
10

partir de inversores e portas NE. Se uma informação desbalanceada é gerada na linha, por fontes externas de ruído ou sinais cruzados, ela é reconhecida como um erro. No circuito da figura 10B é um receptor de linha diferencial que recupera os dados平衡ados transmitidos mas ignora os sinais desbalanceados. Se ambos os circuitos da figura 10 forem usados juntos, o detector de erro poderá avisar o transmissor para interromper a transmissão e o receptor da linha deverá guardar o último bit de informação válida, quando sinais não平衡ados surgirem na linha. Com o retorno dos sinais balanceados, o receptor

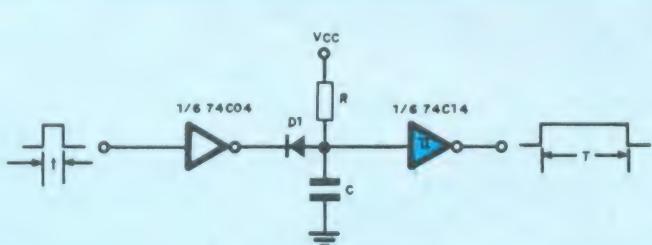
poderá captá-los no ponto em que foram deixados.

Os CMOS podem ser lineares ao longo de uma ampla faixa de tensões se as considerações apropriadas forem feitas na polarização de suas entradas.

A figura 11 apresenta um oscilador controlado por tensão (VCO) bastante simples, implementado com um inverter que age como integrador e um *Schmitt* que atua como comparador com histerese. O inverter integra a diferença positiva entre seu limiar e a tensão positiva de entrada,  $V_E$ . A saída do inverter cresce em rampa até que o



11



12

## RALLY



Com seu display fluorescente verde, o *Rally* é um relógio digital especialmente preparado para as condições de funcionamento em automóveis. Além de apresentar em baixo consumo, ele permanece aceso apenas quando a chave de ignição do veículo está ligada. Mas isto não quer dizer que ele interrompa sua contagem quando o carro é desligado; embora apagado, o *Rally* continua o seu trabalho, evitando que você tenha de reajustá-lo a cada vez que entra no carro. E tem mais, a luminosidade do display é automaticamente controlada pelas condições de luz ambiente.

**KITS NOVA ELETRÔNICA**  
para amadores e profissionais

À VENDA: NA FILCRES  
E REPRESENTANTES

# Estórias do tempo da galena

A. Fanzeres

A

BOA

ACÚSTICA

Neste cantinho de página temos relatado algumas histórias que ocorreram, realmente, no passado da radioeletricidade, como era então chamada a ciência da eletrônica aplicada. E, por falar em passado, gostaríamos de fazer uma incursão (ou seria melhor dizer excursão) ao passado remoto, quando Cristo ainda não havia surgido no horizonte, para falar de acústica. Isso mesmo, leitor amigo: falar sobre acústica, essa parte da ciência que ficou dormitando tantos anos e que agora tem tanta relevância, devido aos jatos, e particularmente na eletrônica, devido à ânsia que todo audiôfilo é acometido, de possuir o "que há de melhor em reprodução sonora".

Quando fazemos essas incursões ao passado, verificamos que os gregos, esse admirável povo que nos legou tanta coisa, inclusive a palavra democracia, tinham uma capacidade tecnológica assombrosa, que até hoje, com os computadores, não conseguimos superar. Uma das realizações práticas dos gregos no campo da acústica, construída há mais de 2.000 anos, é o anfiteatro de Epidauros, em Argólidas. Com mais de 14000 assentos, esse anfiteatro foi construído acusticamente de tal forma, que do ponto que poderíamos chamar de palco, em linguagem moderna, todo e qualquer som emitido pode ser ouvido confortavelmente pelos 14000 espectadores. Porém, não julgue o leitor que para que isto suceda é preciso que o personagem no palco utilize um amplificador de dezenas ou centenas de watts (que naquela época não existia...) ou então repetidores sonoros. Nada disso. Apenas os watts acústicos da voz natural, em nível de colóquio.

Aliás, esse anfiteatro, que foi restaurado pelo governo grego, permite uma demonstração que é o ponto alto de todas as excursões turísticas, as quais acontecem a cada temporada anual, quando milhares de "farofeiros" de todas as nacionalidades acorrem à região onde Esculápio foi tão adorado, a ponto de suplantar seu pai Apolo. Para realizar a demonstração, os guias colocam-se no centro do palco, solicitam aos espectadores que se mantenham em silêncio, após haverem escolhido para sentar quaisquer dos 14000 assentos; depois, com gestos teatrais, tomam uma folha de papel e rasgam-na lentamente. O ruído, de poucos miliwatts acústicos, é perfeitamente ouvido em todo o anfiteatro.

Saberão os leitores de alguma construção moderna, seja teatro ou anfiteatro, que tenha essa qualidade acústica? E, no tem bem, os gregos não possuíam os recursos de cálculo por computador que hoje dispomos...

É... há muita coisa ainda que os "novos" tem que aprender, e uma delas é reverenciar o conhecimento e aplicação dos "antigos"

Essas considerações vem a propósito da sempre crescente preocupação dos modernos apreciadores de som em construir equipamentos de altíssima potência, para atender, entre outras coisas, aos reclamos dos ouvintes, que desejam escutar o som como se estivessem dentro do pódio, ou mesmo alojados entre as duas membranas de um surdo ou um bumbo. Não seria o caso de pensar melhor no projeto acústico dos recintos?

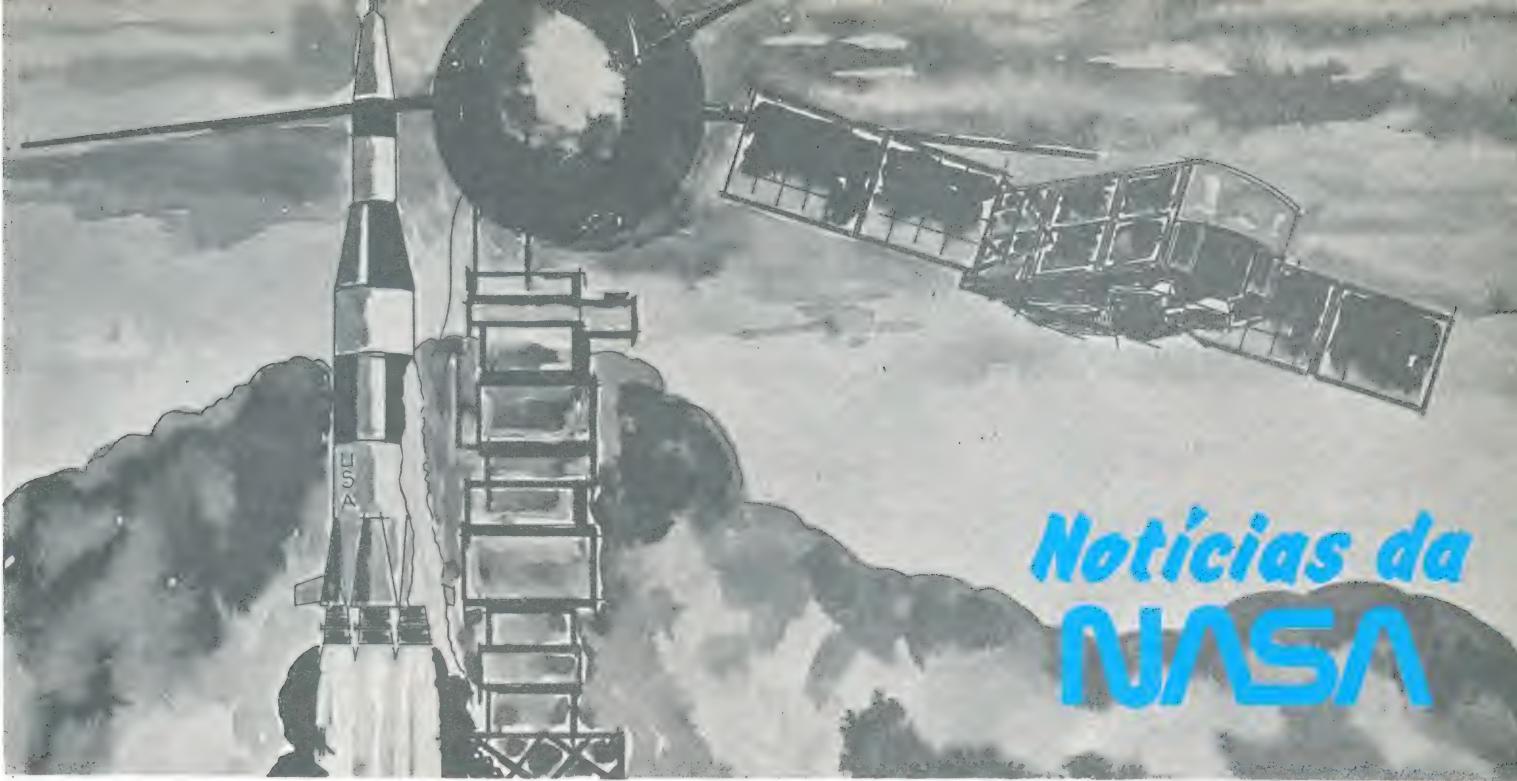
E que dizer das caixas acústicas? Logo que a alta fidelidade saiu daquele período inicial, inaugurado, creio, pela Atwater Kent, uma fábrica dos EUA que jactava-se de produzir aparelhos com *Golden Voice*, e por isso vendia seus rádios com alto-falantes pintados de dourado (e fazia suas demonstrações de alta fidelidade com um disco da Marcha dos Soldadinhos de Chumbo, gravada em sentido contrário, isto é, do centro para a periferia), os cobras da *Hi Fi* afirmavam que as caixas acústicas deviam ser imensas, pesadíssimas. Como na Inglaterra, onde isso era divulgado, a madeira era coisa escassa e rara, a solução era fazer caixas de concreto!

Verdeade mesmo. E lá vinham as revistas com receitas de como construir uma caixa acústica (ou casa acústica?) de concreto. Muita mulher cortou relações com o marido, porque ele cismava de instalar, na sala principal, monstrosos desse tipo. E olhem que naquela ocasião a estereofonia e a quadriofonia não existiam, senão todos os quartos da casa teriam sido tomados pelas imensas caixas acústicas (de concreto, pois os ingleses faziam assim...).

Iniciamos naquela ocasião uma batalha, aqui no Brasil, da qual são testemunhas as páginas de duas publicações, hoje extintas: Revista Radiotécnica e a P & N. Mostrávamos, com exemplos práticos, como era possível, pelo dimensionamento adequado, obter boa qualidade sonora de caixas ou gabinetes acústicos (que agora recebem o nome de sonofletores), sem que fosse preciso construir verdadeiros monstros. Foi uma luta memorável, interessante e que foi ganha, afinal; não por mim, pessoalmente, mas pelo grupo de bom senso do qual fazia parte.

Os imensos caixões acústicos foram substituídos por caixas e gabinetes de dimensões muito menores, mas que permitiam uma sonoridade muito melhor. E assim a paz voltou a reinar em muitos lares, antes ameaçados pela disputa pela mobília entre marido e mulher.

E hoje podemos revelar, passados tantos anos, que realmente uma das nossas primeiras inspirações, no sentido de estudar profundamente e depois realizar as caixas acústicas (perdão, sonofletores...) de dimensões exíguas, veio do conhecimento que tivemos do anfiteatro de Epidauros, onde a sutileza e a elegância dos arquitetos gregos nos deixou uma lição de acústica. Uma lição que resiste aos séculos e mostra que se pode conseguir muita coisa boa, quando se aplica a sensibilidade e o conhecimento, juntos, para na simplicidade, sem "força bruta", obter-se a harmonia das forças físicas, da qual a acústica é ainda uma das mais encantadoras, pelo muito de satisfação que nos dá ao permitir a construção dos sonofletores, que associados aos alto-falantes (sabia que houve um tempo em que a Philips os chamava de motores sonoros?), nos permitem ouvir música e voz reproduzidas por meios eletrônicos.



## Notícias da NASA

### NASA procura experimentos para a missão dos dois cometas, de 1985/88

A NASA, em cooperação com a Agência Espacial Européia, procura por cientistas que proponham experimentos para uma missão internacional planejada, a ser enviada aos cometas Halley e Tempel 2. A jornada da espaçonave deverá durar 4 anos e cobrir mais de 2,5 bilhões de quilômetros, impulsionada por motores de propulsão elétrica solar, que serão utilizados pela primeira vez no espaço. Ela deverá passar pelo cometa de Halley em 1985, quando irá liberar uma sonda repleta de instrumentos, e seguirá em frente até encontrar-se com Tempel 2, em 1988; planeja-se então fazer a espaçonave seguir lado a lado com esse cometa, por um ano ou mais, ao longo de sua órbita ao redor do sol.

Espera-se que as fotos detalhadas e outras informações científicas enviadas pela espaçonave elevem significamente nosso conhecimento sobre os cometas, o que, por sua vez, poderá nos esclarecer melhor o processo de criação e evolução do sistema solar.

A missão proposta pela NASA se resume em três objetivos principais, de cunho científico:

\* Determinar a natureza química e física do núcleo dos cometas.

\* Caracterizar a natureza química e física da cabeleira, ou seja, do acúmulo de gases e poeira que círcunda o núcleo sempre que o cometa aproxima-se do Sol.

\* E determinar, ainda, a natureza da cauda dos cometas.

Os instrumentos instalados na sonda e na espaçonave poderão analisar os cometas à distância, assim como coletar poeira e gases para análise a bordo.

Os cometas são corpos relativamente pequenos que circulam ao redor do Sol em órbitas de períodos e distâncias bastante variáveis. Acredita-se que sejam constituídos de gelo, metano congelado, amônia, dióxido de carbono e outros gases, juntamente com partículas de poeira cósmica, além de rochas e areia. O núcleo e a cabeleira, combinados, formam a cabeça do cometa, que pode crescer de 2000 para 200 000 km ou mais, à medida que se aproxima do Sol. Os cometas também deixam atrás de si um rastro, chamado de cauda, à medida que são aquecidos, formado por gases e poeira. As caudas costumam variar, em comprimento, de milhões a centenas de milhares de quilômetros.

A oportunidade de examinar de perto dois tipos diferentes de cometa é ideal para os cientistas que tentam compreender esses erantes do sistema solar. Pelo fato de passarem a maior parte do tempo longe do Sol, em locais bastante frios do sistema solar, admite-se

a hipótese de que o material que os compõem esteja preservado pelo congelamento; ao analisar amostras desse material, os cientistas esperam desvendar os segredos que cercam a formação de nosso sistema solar.

Já que os cometas podem apresentar grandes diferenças em suas características químicas e físicas, torna-se importante efetuar análises em mais de um deles. Entre os vários cometas ativos conhecidos, apenas o de Halley possui uma órbita previsível; ele fará sua aparição em fins de 1985 ou início de 1986, depois de ficar ausente desde 1910 e só será visto novamente no ano 2061.

Ao contrário do cometa de Halley, Tempel 2 é pequeno e relativamente estável. É um exemplo típico de sua classe, os cometas de período reduzido, mais acessíveis à visita de uma espaçonave, porém exibindo fenômenos ativos em menor número.

A missão Halley/Tempel 2 terá início em julho de 1985, quando a espaçonave será erguida por um Lançador Espacial (Space Shuttle), e impulsionada espaço adentro por motores iônicos, uma nova tecnologia de propulsão em pleno desenvolvimento nos laboratórios da NASA. A espaçonave deverá topar com o cometa de Halley em novembro de 1985, a 120 milhares de quilômetros da Terra, e liberar uma sonda que, ao mergulhar na cabeleira, começará a remeter uma enorme variedade de informações. Nessa ocasião, o cometa estará desenvolvendo uma velocidade, relativa à espaçonave, de apenas 57 km/h.

A sonda passará a 1500 km do núcleo e os dados recolhidos por ela serão enviados à Terra por intermédio da espaçonave; esta, em seguida, irá passar a 130 000 km da face do cometa voltada para o Sol, para tomar a direção de Tempel 2. A uma distância de alguns milhares de quilômetros desse cometa, fora do alcance do teórico envoltório de "poeira prejudicial", a nave irá fazer algumas verificações. Se não houver perigo algum para ela, os controladores a levarão a 100 km e, finalmente, a 50 km do núcleo. Depois, deverá acompanhar o Tempel 2 por um ano ou mais, obtendo fotos de elevada resolução e medições várias do núcleo e outras partes do cometa. As câmeras instaladas a bordo serão sensíveis ao ponto de individualizar objetos do tamanho de uma bola de tênis na superfície do núcleo.

O Laboratório de Propulsão a Jato, da Califórnia, irá conduzir a missão. A equipe de projetos da Agência Européia de Espaço será responsável pela sonda do cometa Halley.

## Sistemas a laser vão estudar os movimentos da crosta terrestre

A NASA está distribuindo sete sistemas de rastreamento de satélites a laser pelos Estados Unidos e pelo oceano Pacífico, como parte de um esforço global de utilização de tecnologia espacial, durante esta década, no estudo das tensões existentes na crosta terrestre, para assim compreender melhor as causas dos terremotos.

Os sistemas a laser foram instalados na ilha Tutuila, da Samoa americana; em Roi-Namur, no atol Kwajalein das ilhas Marshall; e em Yaragadee, na Austrália ocidental. Os quatro lasers móveis estão localizados nos Estados Unidos, em três pontos diferentes: próximo ao Observatório Haystack, no norte de Boston; no Observatório de Rádio do Vale Owens, na Califórnia; e em Fort Davis, no Texas.

Tais lasers, colocados em operação em outubro do ano passado, farão parte de uma rede internacional de sistemas a laser e microondas, destinados a complementar e estender os métodos convencionais de se medir os movimentos da crosta terrestre. Por meio desses sistemas, que se utilizam de sinais provenientes de estrelas de rádio — tais como a quasars — é possível mensurar os movimentos da crosta e, assim, analisar as condições sob as quais certas tensões são liberadas, ocasionando os tremores de terra.

Existem sistemas a laser em operação na França, Espanha, Alemanha, Grécia, Egito, Holanda e Inglaterra. Os Estados Unidos operam, através do Observatório Smithsonian de Astrofísica, sistemas semelhantes em Arequipá, no Peru; em Natal, no Brasil; e no Vale Orroal, Austrália oriental. Com o acréscimo dos novos lasers móveis da NASA, os Estados Unidos contam agora com sete sistemas, ao todo, em seu território.

Outros sistemas a laser, que utilizam refletores instalados na Lua pelos EUA e pela Rússia, estão em operação no Texas, na Austrália e na Alemanha ocidental.

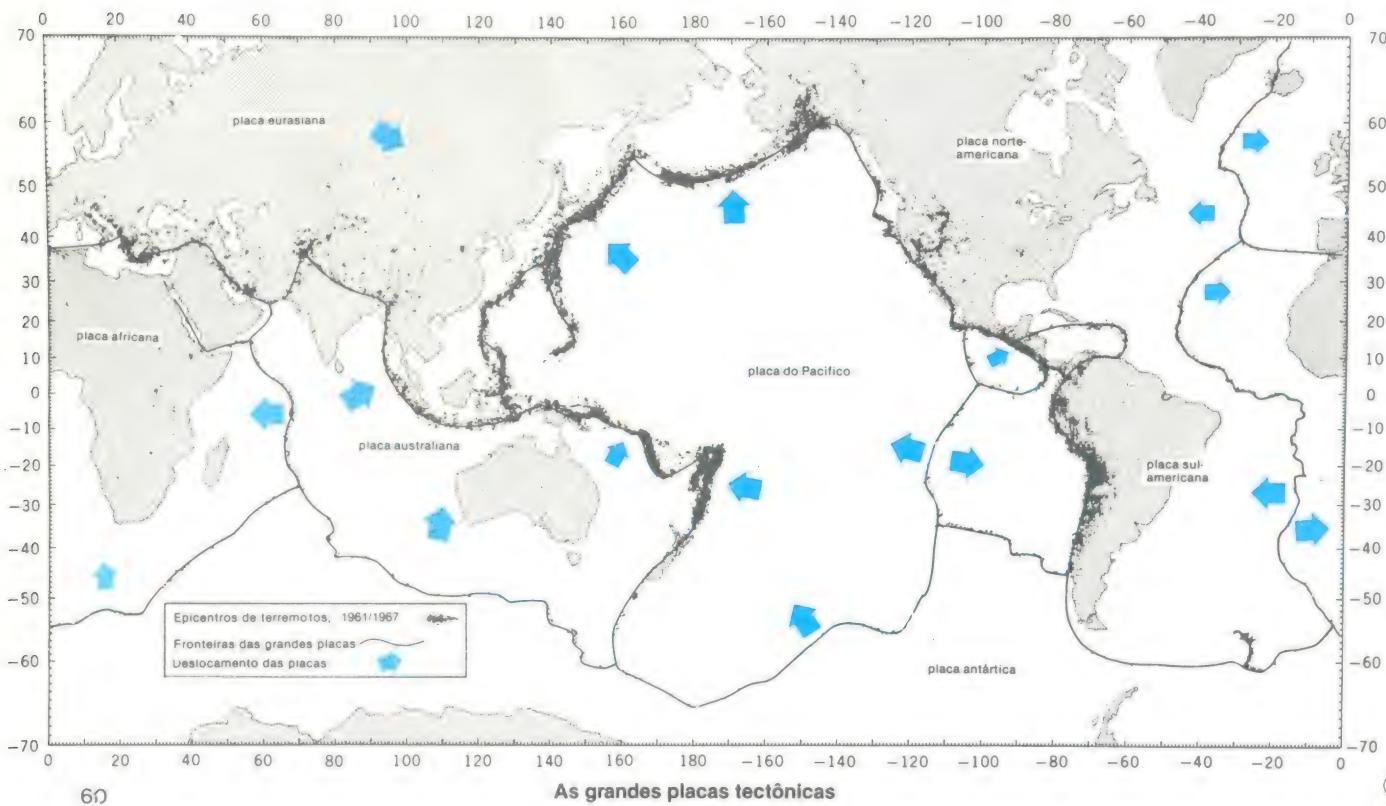
Acredita-se que a crosta terrestre seja formada por uma série aproximada de 12 enormes "placas", que apresentam movimento

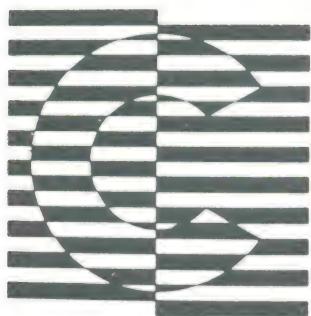
constante e cujas bordas estão em contínuo atrito entre si. Acredita-se, ainda, que os terremotos sejam resultado do "travamento" de rochas próximas às fronteiras das placas, que ficam assim submetidas a esforços além de seu ponto de ruptura. O maior número de terremotos ocorre sempre nas fronteiras das placas, no mundo todo (veja o mapa anexo).

Os cientistas, utilizando dados geológicos históricos, puderam inferir o movimento médio dessas grandes placas ao longo dos últimos milhões de anos. Algumas delas, como a placa africana, estão imóveis ou então deslocando-se vagarosamente, a um ritmo de 1 cm por ano. A placa Nazca, na costa ocidental da América do Sul, deve estar se movendo a uma base de 15 cm por ano, atritando-se com a placa sul-americana.

A NASA, com um projeto a longo prazo envolvendo a Falha de Santo André, na Califórnia, já conseguiu obter bons resultados na avaliação do sistema de rastreamento de satélites a laser, com as medições de tensão naquele ponto. A Falha de Santo André é nada mais, nada menos, que o encontro das placas do Pacífico e da América do Norte. Certos pontos da Falha parecem ficar "travados", à medida que a placa do Pacífico desloca-se para o norte.

O rastreamento de satélites refletores de laser, em órbitas conhecidas, permite aos cientistas localizar a posição exata de seus sistemas de rastreamento, com uma precisão de 3 a 5 cm. O sistema a laser envia um estreito feixe luminoso ao satélite; este, com seus refletores especiais, coleta e devolve esse raio diretamente à sua fonte. É a medida precisa do tempo de ida e volta do feixe — a uma velocidade de 300 000 km/s — que fornece a informação essencial para a localização da unidade terrestre. Seis satélites equipados com refletores estão sendo utilizados, até o momento; o mais recente deles, o Satélite Geodinâmico a Laser, foi especialmente projetado para servir de ponto de referência, no espaço, para lasers terrestres.





# COMPONENTES

## TRIACS SÉRIE TIC 206, 216, 226, 236 e 246.

### TIC206

Triacs para 100 a 800 V/3 A. Os dispositivos são tiristores triodos bidirecionais, que podem ser disparados do estado desligado para ligado com a aplicação de um sinal de qualquer polaridade a sua porta, independentemente da polaridade do terminal (ânodo) 2.  $I_{GT}$  máximo de 5 mA (corrente de disparo da porta).

Valores máximos de operação		sufixo	serie TIC206	unidade
Tensão repetitiva de pico no estado desligado, $V_{DRM}$ (valores aplicáveis bidirecionalmente para qualquer resistência entre a porta e o terminal 1)		A B C D E M S N	100 200 300 400 500 600 700 800	V
Corrente RMS no Estado ligado em ciclo completo, $I_T(RMS)$			3	A
Corrente de pico da porta, $I_{GM}$			+ 1	A
Corrente oscilante de pico no estado ligado, senóide completa, $I_{TSM}$			20	A
Faixa de temperatura da cápsula			-40 a 110	°C

### TIC216

Triacs para 100, 200 e 400 V/6A RMS. Disparáveis pela aplicação de sinal de qualquer polaridade em sua porta, qualquer que seja a polaridade em que esteja seu terminal 2.

Valores máximos de operação		sufixo	serie TIC216	unidade
tensão repetitiva de pico no estado desligado, $V_{DRM}$ (valores aplicáveis bidirecionalmente para qualquer resistência entre a porta e o terminal 1)		A B D	100 200 400	V
corrente RMS no estado ligado em ciclo completo, $I_T(RMS)$			6	A
corrente oscilante de pico no estado ligado, senóide completa, $I_{TSM}$			60	A
corrente de pico da porta, $I_{GM}$			+1	A
Faixa de temperatura da cápsula			40 a 110	°C

### TIC226

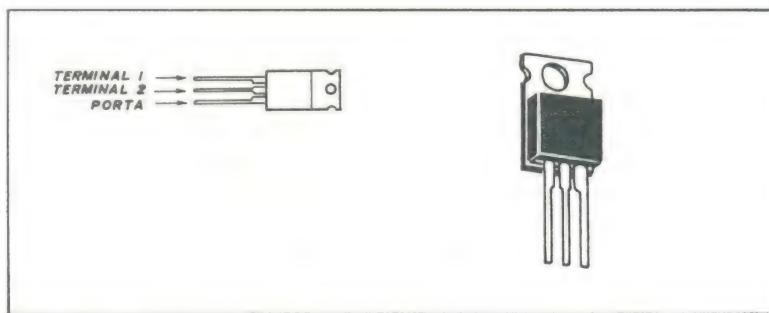
Triacs de 8 A para controle de potência com cargas resistivas e indutivas. Disparo com sinais de qualquer polaridade na porta, independentemente da polaridade do ânodo 2. Para 100 a 800, 8 a RMS, 70 A de pico e  $I_{GT}$  (I de disparo da porta) máximo de 50 mA.

Valores máximos de operação		Sufixo	série TIC226	unidade
tensão repetitiva de pico no estado desligado, $V_{DRM}$ (valores aplicáveis bidirecionalmente para qualquer resistência entre a porta e o terminal 1)		A B C D E M S N	100 200 300 400 500 600 700 800	V
corrente RMS no estado ligado em ciclo completo, $I_T(RMS)$			8	A
corrente oscilante de pico no estado ligado, senóide completa, $I_{TSM}$			70	A
corrente oscilante de pico no estado ligado, meia senóide, $I_{TSM}$			80	A
corrente de pico da porta, $I_{GM}$			1	A
dissipação de potência de pico da porta, $P_{GM}$ (pulso de 200 us)			2,2	W
dissipação de potência média da porta, $P_G$			0,9	W
Faixa de temperatura da cápsula			-40 a 110	°C

## TIC236, TIC246

Triacs para altas correntes, disparáveis por sinais de qualquer polaridade em suas portas, sem importar a polaridade de seus ânodos 2. Para 100 a 800 V, 12 e 16A RMS, 100 e 125 A de pico. IGT máximo de 50 mA.

Valores máximos de operação	sufixo	série TIC236	série TIC246	unidade
tensão repetitiva de pico no estado desligado, VDRM (valores aplicáveis bidirecionais para qualquer resistência entre a porta e o terminal 1)	A B C D E M S N	100 200 300 400 500 600 700 800	100 200 300 400 500 600 700 800	V
corrente RMS no estado ligado em ciclo completo, IT(RMS)		12	16	A
corrente oscilante de pico no estado ligado, senóide completa, ITSM		100	125	A
corrente de pico da porta, IGM		± 1	± 1	A
faixa de temperatura da cápsula		-40 a 110		°C



O terminal 2 é conectado eletricamente à aba de montagem.

NOVO LANÇAMENTO MINI-GUARDA

TIPO EXPORTAÇÃO

ALARME ELETRÔNICO PARA RESIDÊNCIAS MOD. AR-10 TIPO EXPORTAÇÃO CR\$ 6.000,00

KENTEC

ADMITIMOS DISTRIBUIDORES

GRANDES DESCONTOS PARA REVENDA

KENTEC ELETRÔNICA LTDA.  
Rua Alvorada, 1.035 — V. Olímpia  
Fones: 531-1894 e 542-1181  
Telex: (11) 24.672 - São Paulo

**ASSINATURA DE NOVA ELETROÔNICA É UM BOM PRESENTE.**

**BOAS FESTAS**

**EDITELE**

## Transientes na rede

Os transientes gerados na rede de corrente alternada são ocasionados, geralmente, pelos raios. E não é necessário que a rede seja atingida diretamente por um deles para que surja na linha um transiente de tensão muitas vezes superior à tensão normal. Os raios de tempestade são, como todos sabem, imensas descargas elétricas entre duas superfícies eletricamente carregadas com cargas opostas em polaridade, normalmente entre "terra e nuvem" ou "nuvem e nuvem". Estima-se que a diferença de potencial existente entre os dois pontos de descarga alcance vários milhões de volts e a corrente, cerca de 1 milhão de ampères. Isto significa uma potência instantânea de mais de 1 trilhão de watts ou mais de 100 milhões de HP! Não é à toa que as redes de energia elétrica podem receber, por indução, transientes altamente perigosos através dos raios.

Máquinas pesadas e chaves elétricas podem também criar transientes significativos, quando a alimentação é interrompida. Mesmo não sendo tão danosos quanto os transientes induzidos pelos raios, são elevados o suficiente para criar problemas. E os transientes ou surtos de tensão acompanham, também, a queda ou restauração de tensão na rede, durante uma situação de falta de força. A operação automática das geladeiras, aparelhos de ar condicionado ou o uso de certas ferramentas elétricas, como a furadeira, também são causadores de transientes, embora de menor porte.

## Efeitos dos transientes

Transientes induzidos na rede produzem danos de várias maneiras. Tensões elevadas são induzidas pelos raios entre os condutores da rede e tudo se passa como se a rede entregasse, por um momento, uma tensão extremamente alta. Os transformadores de alimentação dos aparelhos, então, entregam aos circuitos tensões bem maiores que o normal, através de seus secundários. Dessa forma, os retificadores serão danificados, os próprios transformadores entrarão em curto e os reguladores serão destruídos. Em suma, poderá ocorrer um "efeito dominó", inutilizando muitos componentes eletrônicos. Até mesmo motores de toca-discos poderão sofrer danos permanentes.

O simples fato de um equipamento estar desligado não é suficiente garantia contra os estragos. Na verdade, o transiente de tensão poderá assumir proporções suficientes para "saltar" os contatos do interruptor geral de qualquer aparelho. O que, para efeitos práticos, acaba aplicando a mesma tensão elevada ao aparelho, com efeitos desastrosos.

# PROTEÇÃO CONTRA TRANSIENTES DE REDE PARA EQUIPAMENTOS DE ÁUDIO

F. J. Stifter

Raios, maquinaria pesada e quedas de tensão na rede são causas de transientes na rede de alimentação, muitas vezes perigosos para seus caros equipamentos de áudio. O ruído de centelhamento, por sua vez, é criado por centenas de fontes diferentes, tais como máquinas-ferramenta, microprocessadores, eletrodomésticos e fiações defeituosas. Este artigo vai discutir as causas básicas dos transientes e centelhamentos, assim como os efeitos desses fenômenos no desempenho dos sistemas de áudio e as possíveis curas que, aplicadas, poderão reduzir esses efeitos indesejáveis.

Uma situação diferente, mas igualmente perigosa, ocasionada pelos raios, é o transiente de tensão de modo comum, onde ambos os condutores da rede são elevados a uma grande tensão, com relação ao terra. Quando aplicada a algum aparelho, essa tensão poderá provocar faiscamento entre os condutores e o terra, destruindo cabos, chaves e outros componentes. A isoliação do transformador de força poderá ser perfurada, inutilizando completamente o dispositivo.

Já os transientes causados por maquinaria pesada e quedas de força são, em geral, bem menos desastrosos que os induzidos por descargas atmosféricas. No entanto, grandes danos também podem advir deles, em certos casos muito parecidos com aqueles produzidos pelos raios.

## Remédios para o mal dos transientes

Não há, infelizmente, cura completa e definitiva para transientes e ruídos de centelhamento na rede. Aqueles gerados por raios, máquinas pesadas e quedas de força podem ser controlados pela adição de zeners, tiristores, varistores ou outros meios de supressão de transientes (veja o artigo "Supressão dos Transientes de Tensão", Nova Eletrônica nº 10, pág. 413/37). Tais dispositivos devem ser instalados entre os dois fios da rede CA e entre cada fio e o terra. É possível obter uma proteção limitada pela colocação de uma rede zener de potência entre os dois terminais do secundário do transformador de força ou até mesmo entre cada terminal de tensão retificada e o terra. É conveniente, também, retirar os plugues dos cordões de alimenta-

ção de suas respectivas tomadas, durante tempestades elétricas, para melhor proteger seus aparelhos de alta fidelidade.

#### O ruído de centelhamento

Este tipo de ruído é gerado pelo centelhamento em vários aparelhos elétricos. Ferramentas, motores e eletrodomésticos e outros pequenos dispositivos movidos a eletricidade são os causadores mais notórios. Até mesmo equipamentos de áudio de baixa qualidade podem chegar a introduzir tais distúrbios na rede.

Existem também vários sinais que podem ser captados pela rede elétrica, criando assim uma interferência indesejável. Estações comerciais de rádio-difusão, de polícia, dos bombeiros e aparelhos da faixa do cidadão podem dar origem a esse tipo de interferência.

Uma outra fonte bastante comum de ruído passa quase sempre despercebida, dentro de nossa própria casa. Acontece que, depois de um certo período de tempo, soquetes de lâmpadas, tomadas, plugues e outros pontos de conexão começam a apresentar folga, defeito ou corrosão. E são, em geral, fontes bem camufladas, porque se confundem com o próprio dispositivo ligado a elas. Em outras palavras, o aparelho passa a ser suspeito e nem nos lembramos de verificar a tomada ao qual está ligado ou seu próprio plu-

gue de força. E a suspeita é reforçada pelo fato do ruído desaparecer quando desligamos o plugue (defeituoso) do dito aparelho da tomada (defeituosa).

Assim, quando estiver investigando fontes de interferência ou centelhamento, não deixe de verificar problemas esporádicos causados por raios ou tempestades elétricas, e a presença de lâmpadas fluorescentes, luzes controladas a SCR ou TRIACs, motores e fontes de alimentação, soldadores, aparelhos de diatermia, motores de combustão interna, ou ... (analice sua situação particular e tente localizar a origem das interferências).

#### Efeitos do ruído de centelhamento

Bem, os efeitos principais são a má recepção de FM e sinais indesejáveis no sistema de áudio, em geral. Raramente poderá ocorrer algum dano físico ao equipamento através de interferência ou centelhamento. Na verdade, os maiores danos poderão ser causados ao seu prazer de ouvir música e aos seus nervos. Mas é claro que, em casos mais graves, a própria audição ou recepção poderá tornar-se impossível.

Esses ruidos atacam também os intercomunicadores, sistemas de alto-falantes comerciais, rádios AM e TVs, empobrecendo consideravelmente a comunicação e, é claro, irritando bastante seus usuários.

#### Remédios para o mal da interferência ou do centelhamento

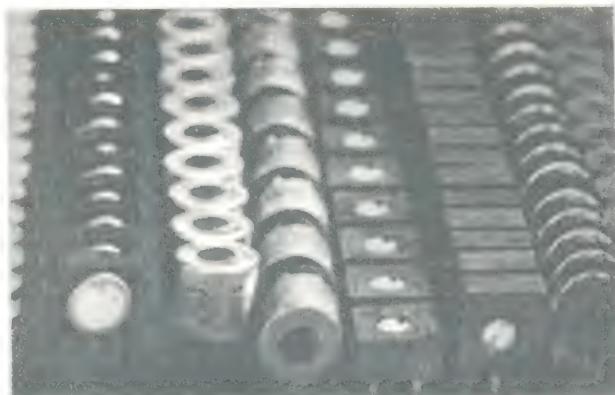
Pode-se optar pela instalação de filtros no aparelho atingido pelos distúrbios, embora fosse melhor mesmo eliminá-lo na fonte. Convém inspecionar (e trocar, se necessário) fiação, soquetes, tomadas, plugues. Convém também instalar filtros junto a ferramentas elétricas e outros aparelhos causadores de ruídos. Sob condições normais de operação, todas as blindagens previstas pelo fabricante dos aparelhos de áudio devem ser alojadas ou conectadas aos pontos determinados. Isto é muito importante, especialmente para sintonizadores de FM.

A ligação à terra, normalmente, é um santo remédio para se eliminar interferências externas no equipamento de áudio. Tenha o cuidado, porém, de evitar os laços de terra, que podem introduzir roncos indesejáveis em seu sistema. Um procedimento sensato é começar por ligar apenas um dos aparelhos do sistema à terra e seguir ligando um a um, sempre verificando o desempenho do conjunto, após cada nova ligação.

© - Copyright Audio Magazine

tradução: Juliano Barsali

NA COMPEL VOCÊ ENCONTRA TUDO  
O QUE PRECISA PARA APARELHOS  
ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS EM GERAL.



**COMPETE  
COMPONENTES  
ELETRÔNICOS**

DISTRIBUIDORA DOS KITS  
NOVA ELETRÔNICA

MATRIZ: RUA DR. DEODATO WERTHEIMER, 65  
TEL.: 212-1885

FILIAL: RUA BARÃO DE JACEGUAI, 478  
TEL.: 469-6507 MOGI DAS CRUZES • SP.

**YUNG**  
**YUNG**

**ELETROÔNICA YUNG LTDA.**

PEÇAS E ACESSÓRIOS PARA  
RÁDIO, TV, APARELHAGEM DE  
SOM, ELETROÔNICA E MATERIAL  
FOTOGRAFICO EM GERAL

**DISTRIBUIDORA DOS KITS  
NOVA ELETRÔNICA**

REVENDEDOR  
AUTORIZADO  
DE PEÇAS  
GENUÍNAS

PHILIPS  
PHILCO  
COLORADO  
TELEFUNKEN  
SEMP  
G.E.

AVENIDA PRINCEZA ISABEL, 230  
ED. ALDEBARAN — LOJAS 9/11  
TELEFONE: 223-1345  
29.000 — VITÓRIA — ESPÍRITO SANTO

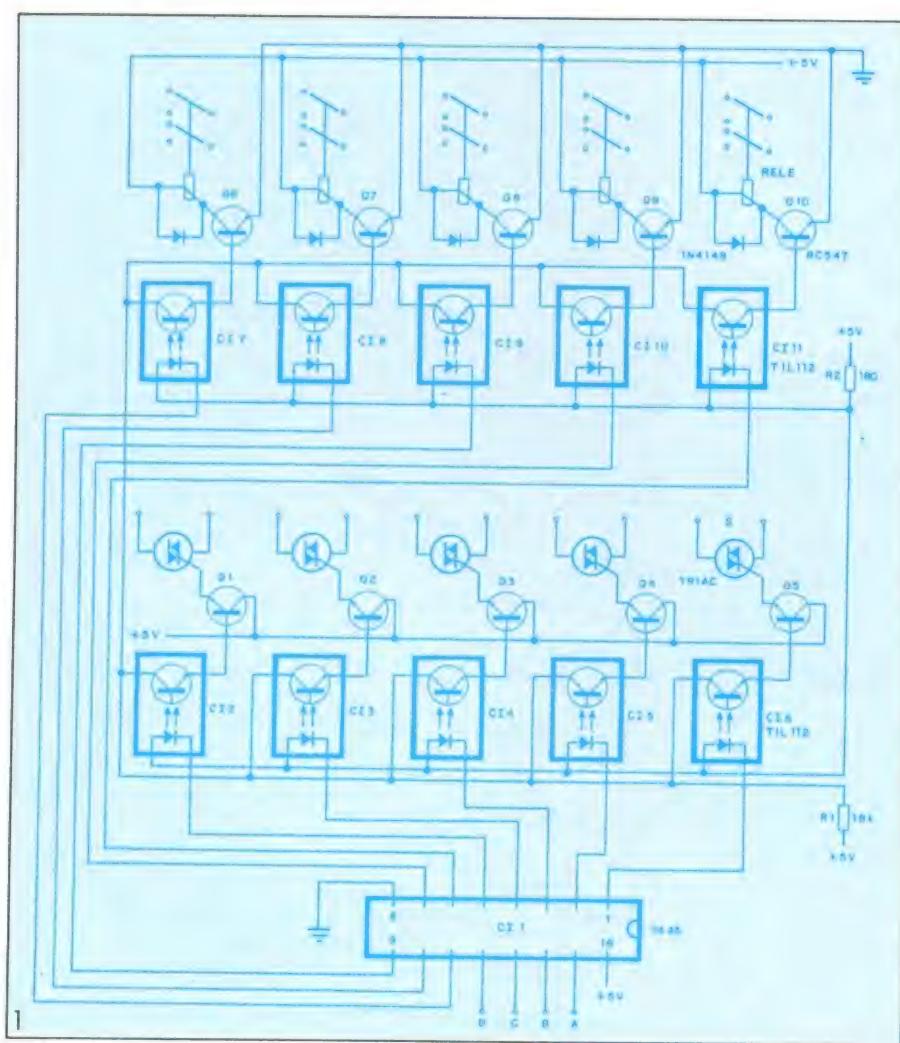
ATENDEMOS PELO REEMBOLSO POSTAL

# INTERFACE de potência para MICROCOMPUTADORES

Todos que possuem microcomputadores, mais cedo ou mais tarde, desejam conectá-los a estágios de potência, como, por exemplo, controle de motores ou de instalações elétricas.

Para o acoplamento dos microcomputadores aos sistemas de automação existem as Interfaces de Potência.

Na Seção Prática deste mês transcrevemos uma Interface de Potência desenvolvida pela CQ Elettronica com acopladores ópticos TIL 112 e acionamento através de relés ou TRIACs.



Círcuito completo da interface de potência para microcomputadores.

Existem dois problemas básicos a resolver para uma conexão satisfatória entre um microcomputador com chaves (interruptores) de alta ou baixa tensão: a segurança (para não sobre-carregar a Unidade Central de Processamento-VCP no caso de um curto-circuito acidental) e a versatilidade das chaves comandadas, isto é, a capacidade de acionar chaves diferentes com a mesma precisão.

Normalmente as oito saídas (ou dezenas em alguns microcomputadores) são ligadas ao mesmo número de transistores e de relés, o que não garante o máximo de segurança e versatilidade.

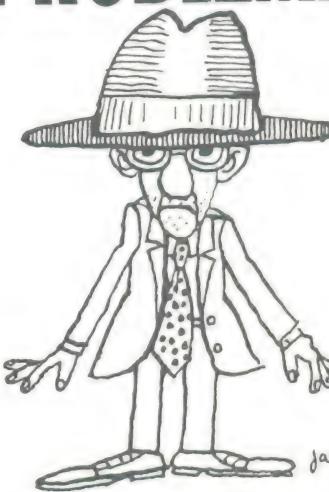
Uma forma mais saudável é usar um módulo DPD (Digital Power Driver = Interface de potência digital) que comanda o acionamento de 10 TRIACs ou 10 relés (ou uma mistura dos dois), ocupando apenas 4 bits dos 8 disponíveis. É claro que também existe a possibilidade de ligação de 2 DPD na saída de um microcomputador de 8 bits (um deles ligado aos 4 bits mais significativos e o outro ligado aos 4 bits menos significativos). Para garantir a segurança são usados acopladores ópticos responsáveis pela isolação computador-rede.

## O circuito

O circuito, figura 1, é bem simples. Usa apenas um integrado TTL, o conversor binário-decimal 7445, cujas saídas são ligadas aos opto-acopladores TIL 112 da Texas.

Os opto-acopladores são formados por diodos foto-emissores aco-

# NÃO COMPRE UMA SOLUÇÃO MAIOR QUE O PROBLEMA.



jaguar

A Gepeto existe para não deixar as empresas comprarem soluções maiores, mais caras e mais complicadas que os próprios problemas.

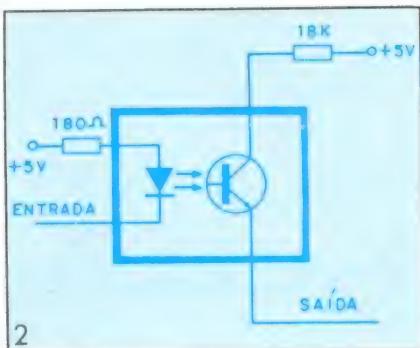
Pense no número de máquinas, funcionários, papéis, telex e telefonemas que seriam necessários para a VASP manter, em todo Brasil, seu sistema de reserva de passagens. Um único sistema de controle de processo, desenvolvido com a ajuda dos microcomputadores Gepeto, resolveu isso para a VASP.

Como resolve problemas técnicos na TV Globo, o de supervisão de estações telefônicas na TELERJ e o de controle de acaria na Usiminas. A Gepeto é assim. Uma empresa que fabrica computadores e desenvolve sistemas para resolver casos especialíssimos, produzindo instrumento de base para que o cliente e seu pessoal técnico desenvolvam as próprias aplicações.

A Embratel, a Sharp, a Olivetti, a Ericsson, a TV Globo, o Instituto de Engenharia Nuclear, a AGGS, a Villares e várias outras quando implantaram seus sistemas de controle de processos não compraram soluções maiores que os problemas que tinham. Compraram Gepeto.

## Gepeto

Computadores que fazem computadores.  
Rua Siqueira Campos, 30 - 301 / 304.  
Filiada à ABICOMP



O diagrama elétrico do acoplador óptico.

plados a foto-transistores como mostra a figura 2. No circuito do DPD são usados 10 módulos desses. Seu funcionamento é simples de entender:

Suponha que uma das saídas do decodificador 7445 seja ligada ao terminal de entrada do acoplador (figura 2 ainda). Se o nível lógico for 0, o diodo estará polarizado diretamente e emitirá radiação eletromagnética para a base do transistor. O fototransistor irá para a saturação fazendo com que em seu emissor apareça uma tensão próxima do nível lógico 1 (aproximadamente 5 V). Caso a entrada assuma nível lógico 1, o diodo nada emitirá e o transistor continuará no corte.

Na saída de cada acoplador óptico podem ser ligados TRIACs ou relés. Para o acionamento destes, são usados transistores de baixa potência e altíssimo ganho, como são os BC 547.

No circuito da figura 1 damos uma opção de 5 TRIACs mais 5 relés. Mas nada o impede de usar 10 TRIACs ou 10 relés.

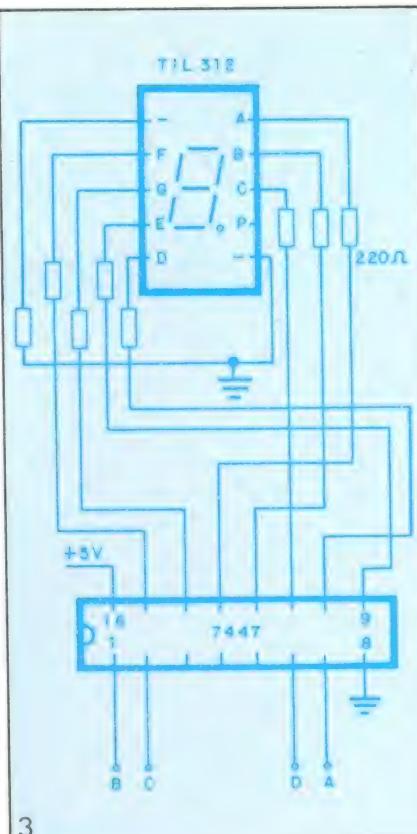
Além disso, um display pode ser usado para visualizar qual das saídas está sendo acionada. Para tanto basta ligar às saídas digitais do microcomputador um circuito como o da figura 3.

O integrado 7447 é um decodificador BCD/7 segmentos. Os resistores de 220 Ohms servem como limitadores de correntes para os LEDs do display.

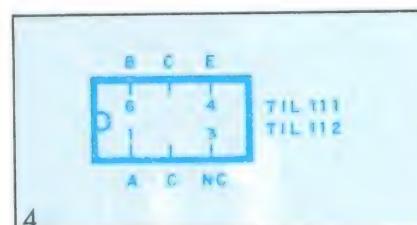
A indicação visual do TRIAC ou relé acionado é interessante para acionamento à distância (de motores por exemplo). O display atuará então como um monitor.

### O acoplador óptico TIL-112

O acoplador óptico vem numa forma integrada, como mostra a figura 4. Na parte de cima estão os terminais de acesso ao transistor (B,C e E) e na parte de baixo os terminais de acesso ao diodo (anodo e catodo). O terminal 3 é não conectado.



Um display pode ser usado para visualização de qual canal está sendo acionado.



Distribuição de pinos do acoplador óptico TIL 112.

A alimentação do circuito, uma fonte simples de 5 V, pode ser a fonte do próprio computador, visto o baixo consumo do D.P.D.

### Relação de componentes

#### Transistores

Q1 a Q10 — BC547 ou equivalente

#### Circuitos integrados

C11 — 7445

C12 a C11 — TIL 112 ou TIL 111

#### Diversos

TRIACs e relés de acordo com o sistema ao qual a Interface for ligada.

#### Resistores

R1 — 18 kOhms 1/4 W

R2 — 180 Ohms 1/2 W

# Decodificador Digital para Servomecanismos de Radiocontrole

Já perdemos as contas do número de leitores que escreveram para a nossa redação solicitando a inclusão de circuitos de radiocontrole, tanto na seção prática como nos kits.

Mas a insistência dos leitores não foi em vão e o primeiro resultado aí está: um controle digital para servomecanismos proporcionais de radiocontrole. O nome pode assustar um pouco, mas nós discutiremos desde o básico em radiocontrole para que inclusive os leitores não afeitos a essa fascinante aplicação da eletrônica sejam capazes de entender o que for discutido.

## O que é um radiocontrole?

Os sistemas de radiocontrole são bastante parecidos com os sistemas de radiocomunicação. Neste, um transmissor emite ondas eletromagnéticas que carregam as informações de áudio (música, por exemplo) a receptores que tratam de extrair as informações do sinal recebido e enviá-las a um alto-falante.

Nos radiocontroles as coisas se passam mais ou menos assim. Existe um transmissor e um receptor. O receptor é ligado ao aparelho que se deseja controlar, seja ele um aeromodelo, um motor, um satélite artificial, etc.

A figura 1 ilustra o radiocontrole de um motor. Você pode supor que esse motor sirva para fazer andar um trenzinho.

Os sistemas mais sofisticados de radiocontroles comerciais possuem 16 canais, ou seja, 16 controles possíveis com um único transmissor.

nho elétrico. O radiocontrole, no caso, serviria para controlar, à distância, a velocidade do trenzinho.

O controle é feito por pulsos gerados no transmissor. Esses pulsos têm largura variável e são responsáveis pelo acionamento dos servomecanismos.

Existe uma largura de pulso especial, que chamaremos de largura de repouso ( $T_R$ ), para a qual o motor não deve alterar seu estado. Então, se o transmissor produzir pulsos de largura superior a  $T_R$  o receptor deve entender isso como um comando de aumento de velocidade do motor e, ao contrário, pulsos de largura inferior a  $T_R$  devem ser interpretados como um comando de diminuição de velocidade.

Nos sistemas práticos, os pulsos gerados na entrada do transmissor têm largura de repouso da ordem de alguns milissegundos. Sinais desse tipo não podem ser transmitidos pelo ar com razoável expectativa de alcance. Para viabilizar a transmissão sem fio, esses pulsos modulam uma portadora de freqüência fixa, produzindo o sinal

## — Equipe técnica Nova Eletrônica —

da RF na saída do transmissor (veja as formas de onda da figura 1).

A análise das formas de onda da figura 2 ilustram as três possibilidades de atuação para o radiocontrole do nosso trenzinho elétrico.

Na figura 2A são gerados pulsos de largura  $T_R$  na entrada do transmissor e o sinal de saída do decodificador, nesse caso, é nulo; ou seja, o sistema permanece no estado anterior (o trenzinho continua a se mover na mesma velocidade). Se os pulsos gerados no transmissor têm largura superior a  $T_R$ , o sinal de saída do decodificador é positivo (figura 2B) o que é um comando de aumento de velocidade. Finalmente, se os pulsos têm largura inferior a  $T_R$ , a saída do decodificador é negati-

O decodificador apresentado neste artigo é aplicável a servomecanismos, que são compostos de motores e dispositivos de posicionamento.

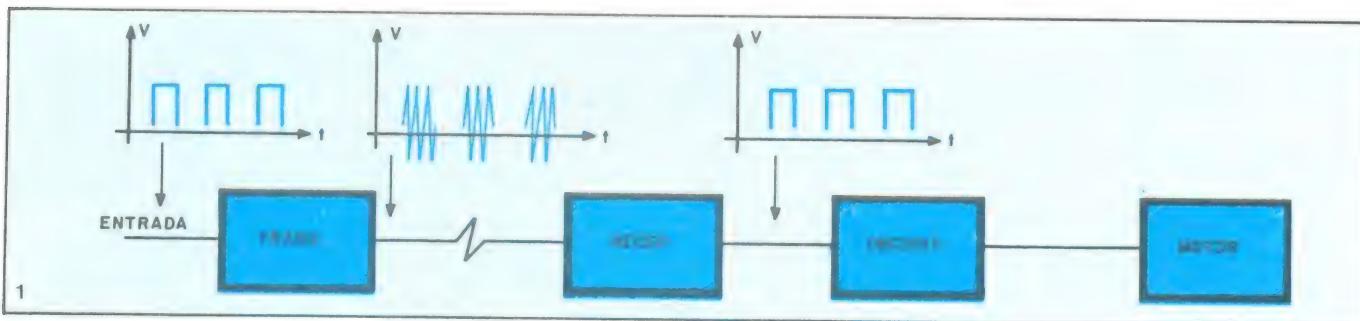
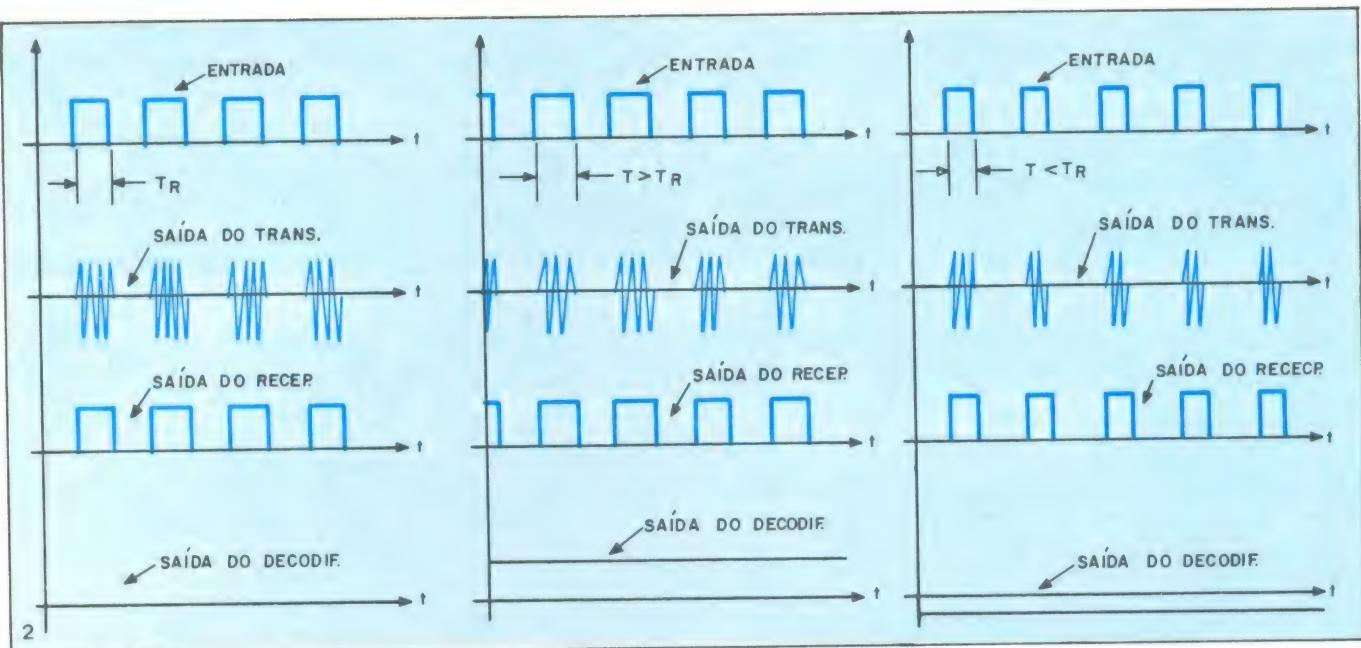


Diagrama de blocos de um radiocontrole de um trenzinho elétrico.



Formas de onda típicas de um radiocontrole monocanal com as saídas dos decodificadores.

va (figura 2C), o que é um comando de diminuição da velocidade do trenzinho.

Um sistema que atua dessa forma é chamado de radiocontrole proporcional porque permite a alteração linear da velocidade conforme a largura dos pulsos gerados no transmissor. Existem sistemas não proporcionais (não lineares) que são capazes apenas de controles do tipo "ligado/desligado". Os radiocontroles não proporcionais têm, por motivos óbvios, possibilidades limitadas de aplicação. Atualmente os radiocontroles práticos são proporcionais (os usados em aeromodelos, por exemplo). Por isso, daqui por diante, estaremos falando apenas

de radiocontroles proporcionais.

É claro que um sistema de radiocontrole completo não atua sobre um elemento apenas. Vamos imaginar um exemplo um pouco mais complexo como é o radiocontrole de um barco a motor. Nesse caso, o controle da velocidade do motor não é o suficiente; deve haver também um controle sobre a direção do barco. Um sistema desse tipo deve ter dois canais no mínimo: controle de velocidade do motor e da posição do leme.

Um sistema mais complexo ainda é o radiocontrole de um aeromodelo (observe a figura 3) com seus 4 comandos principais. Um radiocontrole nesse caso deve ter, então, 4 canais.

Os radiocontroles multicanais serão analisados em breve. Por ora discutiremos um dos elementos do receptor do radiocontrole: o decodificador.

#### O decodificador

Sua função já deve estar clara. O decodificador transforma os pulsos recebidos num sinal que seja capaz de acionar um servomecanismo ou aumentar e diminuir a velocidade de um motor. É o último estágio antes dos atuadores.

O circuito elétrico de um decodificador não deve introduzir qualquer ti-

po de erro ao sistema, o que significa erro no posicionamento dos servos ou na velocidade do motor.

Essa decodificação é feita por circuitos integrados (inexistentes aqui no Brasil). Mas é possível fazê-lo com componentes que existem no nosso mercado.

A Equipe Técnica da revista desenvolveu um circuito capaz de decodificar pulsos de radiocontrole para acionar servomecanismos: o decodificador para servomecanismos de radiocontrole.

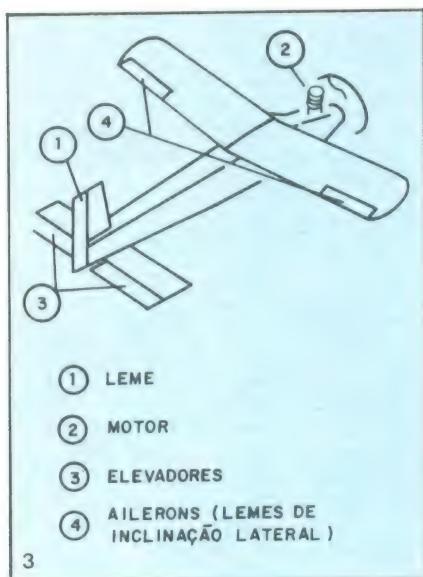
O circuito utiliza apenas um integrado, o 7414, bem comum no mercado e alguns componentes discretos.

#### O circuito do decodificador

A figura 4 mostra o circuito elétrico completo do decodificador. Antes de o analisarmos, vamos fixar no circuito da figura 5. É a alma do decodificador.

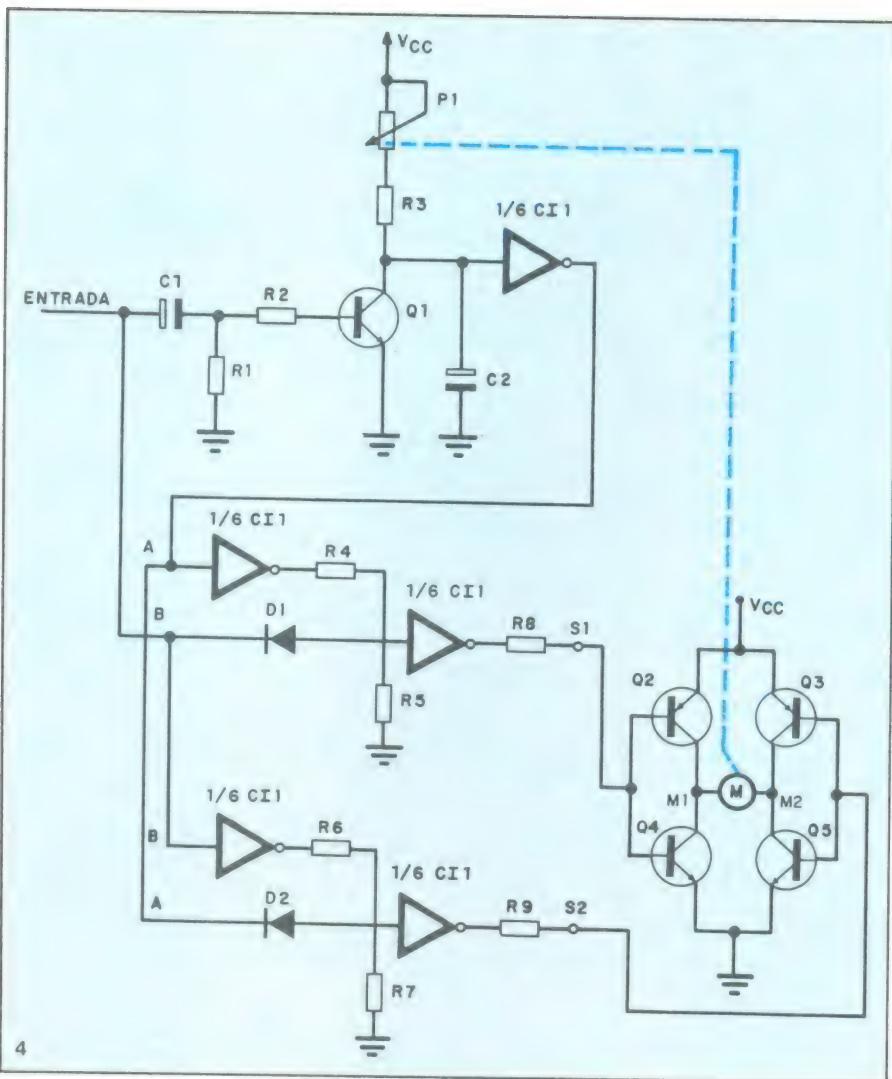
As entradas A e B desse circuito são dados lógicos ("0" ou "1"). Os inversores Schmitt Trigger têm a propriedade de apresentarem uma região de histerese, isto é, tensões intermediárias entre os níveis "0" e "1" não alteram os dados de saída.

Quando  $A = B = 0$  a tensão de entrada do segundo inversor é tal que



Os comandos principais de um aeromodelo.

O controle de um aeromodelo é baseado em pulsos de largura variável modulados em radiofrequência.



4 Circuito completo do decodificador digital.

não é interpretada por ele nem como nível 0 nem como nível 1; fazendo com que sua saída permaneça no estado anterior. Um circuito que atua dessa forma é muito útil porque na ausência de sinais os servomecanismos controlados não devem sair da posição em que estão.

Quando  $A=0$  e  $B=1$  a tensão de entrada da porta 2 é suficientemente grande para que seja entendida como nível lógico 1, e sua saída comuta para o nível 0. Nas outras duas situações possíveis ( $A=1$  e  $B=0$ ;  $A=1$  e  $B=1$ ) o fato de que a saída da porta 1 vá para o nível lógico 0 força a presença do nível lógico 1 na saída da porta 2.

Os dados de saída podem ser resu-

Na faixa do cidadão existe um canal especial para os sistemas de radio controle, com freqüência dentro da faixa que vai de 26,995 MHz a 27,255 MHz.

Os decodificadores que existem na praça usam circuitos integrados inexistentes no mercado brasileiro.

Os pulsos de entrada são diferenciados e injetados na entrada de um multivibrador monoestável capaz de gerar pulsos de 0,7 a 1,5 milissegundo, de acordo com a posição do trimpot de 1,5 kOhm. O servomecanismo comanda a posição do trimpot e consequentemente a largura dos pulsos gerados pelo monoestável.

Os pulsos de saída do monoestável e de saída do receptor são injetados em células idênticas às da figura 5, já estudadas.

Então vamos estudar os três casos possíveis: pulsos de entrada maiores que os gerados pelo monoestável, pulsos de entrada e do monoestável iguais e pulsos de entrada menores que os gerados pelo monoestável.

Para isso vamos usar as formas de onda da figura 7.

Em 7A os pulsos são iguais. Logo, só existem duas situações possíveis:  $A=B=0$  (pulsos em nível 0) e  $A=B=1$  (pulsos em nível 1). Nesse caso as saídas  $S_1$  e  $S_2$  assumem nível lógico 1. Com isso os transistores  $Q_4$  e  $Q_5$  saturam aterrando os terminais de alimentação do servo e, assim, o

A	B	S
0	0	
0	1	0
1	0	1
1	1	1

6 PERMANECE O ESTADO ANTERIOR

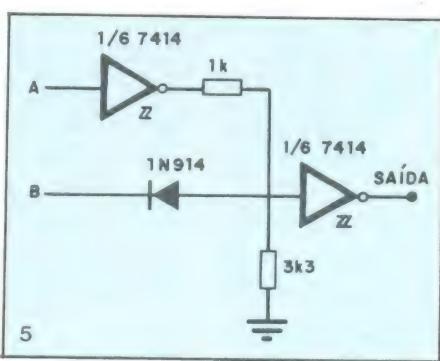
6 Tabela verdade da célula básica.

servomecanismo permanece no estado em que estava.

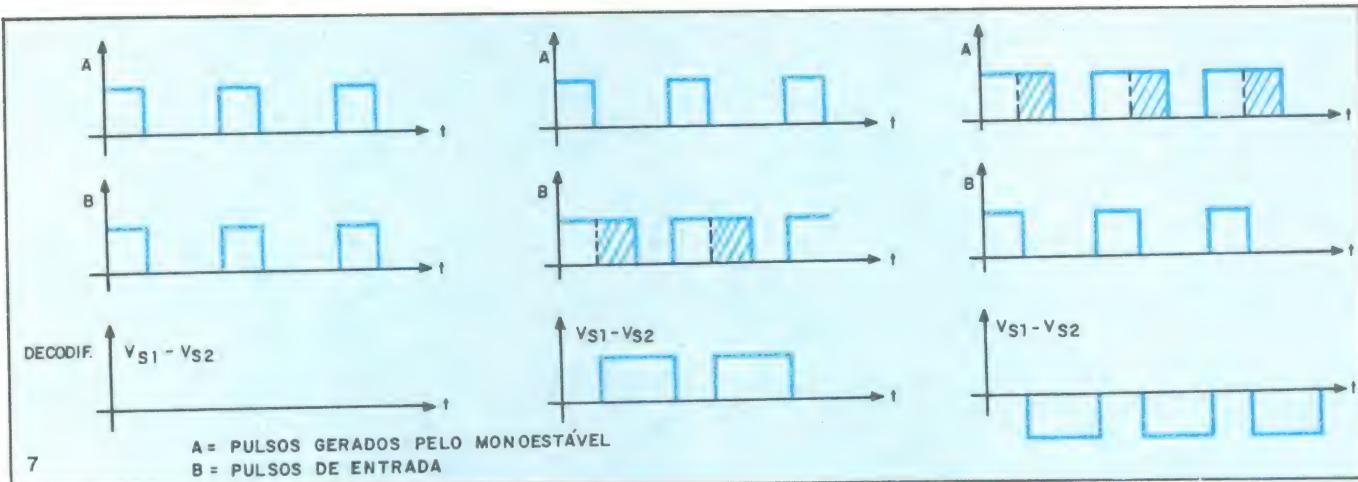
Para que o servomecanismo se movimento é preciso haver um desequilíbrio entre  $S_1$  e  $S_2$ .

Isso acontece para os pulsos da figura 7B. Os pulsos de entrada são maiores que os pulsos gerados pelo monoestável.

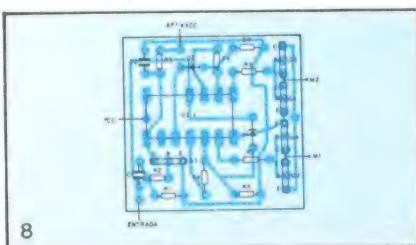
Tudo se passa de forma semelhante à figura 7A (pulsos iguais) até a parte hachurada. Nela temos  $A=0$  e  $B=1$ . Nessas condições, a saída  $S_1$  apresenta nível lógico 1 enquanto a



5 Célula básica do decodificador.



Análise de pulsos do decodificador digital.



Circuito impresso visto pelo lado dos componentes.

saída  $S_2$  apresenta nível lógico 0. O transistor  $Q_3$  vai à saturação alimentando o terminal 2 do servo, obrigando-o a se movimentar para a direita (é claro que a direção é uma escolha arbitrária).

De acordo com o movimento do servomecanismo a posição do trimpot é alterada de tal forma a aumentar a largura dos pulsos gerados no monostável. Isso acontece até o ponto em que as larguras voltarem a coincidir.

O que acontece com as formas de onda da figura 7C é análogo. Na parte hachurada temos a situação  $A=1$  e  $B=0$  e nesse caso  $S_1=0$  e  $S_2=1$ .  $Q_2$  satura alimentando o ponto 1 do servomecanismo fazendo-o girar em direção oposta.

Como nesse caso os pulsos gerados pelo multivibrador são maiores que os de saída do receptor, o movimento do servomecanismo deve ser tal que faça diminuir a largura dos pulsos gerados pelo multivibrador. No instante em que as larguras coincidem o transistor  $Q_2$  é cortado e o servomecanismo pára na posição em que estiver.

#### A montagem

O circuito do decodificador deve ser montado da maneira mais compacta possível já que ele deve ser colocado junto ao receptor (no corpo de um aeromodelo, por exemplo).

Isso explica a "mutilação" do circuito integrado 7414. Os pinos 12 e 13 devem ser retirados para a passagem dos filetes de ligação do circuito impresso.

O resultado é uma placa de  $30 \times 30$  mm, bem compacta que pode ser colocada inclusive no corpo de um aeromodelo (aliás, foi projetada visando esse fim).

O "lay out" pode ser visto na figura 8, do lado dos componentes. Resistores e capacitores são colocados em pé para economizar espaço.

A alimentação do circuito é de 4,8 V (nível lógico 1 TTL), que também deve ser a alimentação do servomecanismo.

Para outros níveis de tensão o circuito deve ser reprojeto para a lógica CMOS, que admite tensões de 3 a 15 V. Nesse caso, as modificações seriam mínimas.

#### Algumas palavras sobre os servomecanismos

De um modo geral eles são formados por um motor ligado a um elemento de posicionamento. Na figura 9 a roda dentada é ligada ao motor (que é acionado pelo decodificador) a roda gira e conforme o número de voltas que o motor dá o servo atinge uma posição defletida (como mostra a figura 9 B).

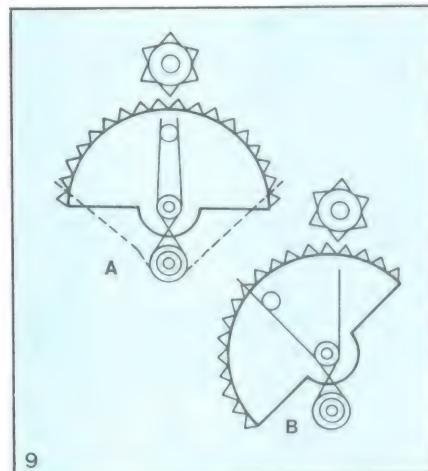
Com a inversão da alimentação, o motor gira em sentido contrário e a deflexão do servomecanismo também se dá em sentido contrário.

Há muitos outros tipos de servomecanismos no mercado, mas todos se baseiam em princípios semelhantes a este da figura 9.

#### Relação de Componentes

##### Resistores

R1 — 15 kOhms	— 1/8 W
R2 — 1 kOhm	— 1/4 W
R3 — 270 kOhms	— 1/4 W
R4 — 1 kOhm	— 1/8 W
R5 — 3,3 kOhm	— 1/8 W
R6 — 1 kOhm	— 1/8 W



Configuração básica de um servomecanismo.

R7 — 3,3 kOhm — 1/8 W

R8 — 100 Ohms — 1/4 W

R9 — 100 Ohms — 1/4 W

Trimpot

P1 — 1K5

Capacitores

C1 — 91 uF tântalo

C2 — 0,47 uF tântalo

Transistores Diodos

Q1 — 2N2222 D1 — 1N914

Q2 — BC557 D2 — 1N914

Q3 — BC557 Circuito Integrado

Q4 — BC237 CI1 — 7414

Q5 — BC237

# PRANCHETA DO PROJETISTA SÉRIE NACIONAL

## Temporizador de 5 m com NE 555 e multiplicador capacitivo

Paulo Roberto Caravellas da Cal, Santos, SP

O uso do circuito integrado NE 555 é bem conhecido. No entanto, quando é necessário atingir baixas freqüências de oscilação e temporizações longas, seu uso é limitado pela corrente drenada na porta *threshold* (pino 6), cujo valor máximo especificado é de 0,25 µA (para V<sub>cc</sub> = 5 a 15 V e T = 25°C), sendo essa característica, juntamente com a corrente de fuga no capacitor da rede de temporização, um fator limitante da máxima constante de tempo permitida, tornando-se difícil atingir intervalos de temporização maiores que 20 segundos, sem o uso de capacitores de alto valor e custo. O artifício do multiplicador de capacitância permite valores de temporização na faixa de 10 minutos, sem o emprego de divisões de freqüência, que tornam o circuito anti-econômico para aplicações de grande volume de produção.

O circuito proposto usa a configuração básica do 555 como temporizador, tendo como variante o uso do transistor BC 177 como multiplicador capacitivo; dessa forma, em uma primeira aproximação, a capacitância virtual para a porta dos pinos 6 e 7 é igual a C ( $h_{FE} = +1$ ). O diodo entre base e emissor do BC 177 permite descarregar o capacitor através da porta 7, como é normalmente usado. O potenciômetro de 10 k e os resistores de 1k2 e 5 k ajustam a tensão interna de referência do 555, possibilitando o ajuste do intervalo de temporização e a compensação das variações de fabricação do transistor.

O circuito foi projetado para temporização de 3 minutos, disparo com contato normalmente fechado ou aberto, saída também opcional normalmente fechada ou aberta e alimentação CC de 48V, compositivo à terra, como geralmen-

te empregado nas concessionárias de telecomunicações. O circuito está sendo usado como *hold* de alarme em porta de estação, interligado ao equipamento de telesupervisão. No caso de não ser usado o artifício do multiplicador de capacitância, seria necessário (se possível) um capacitor de 4200 µF, para o mesmo valor de resistência usado.

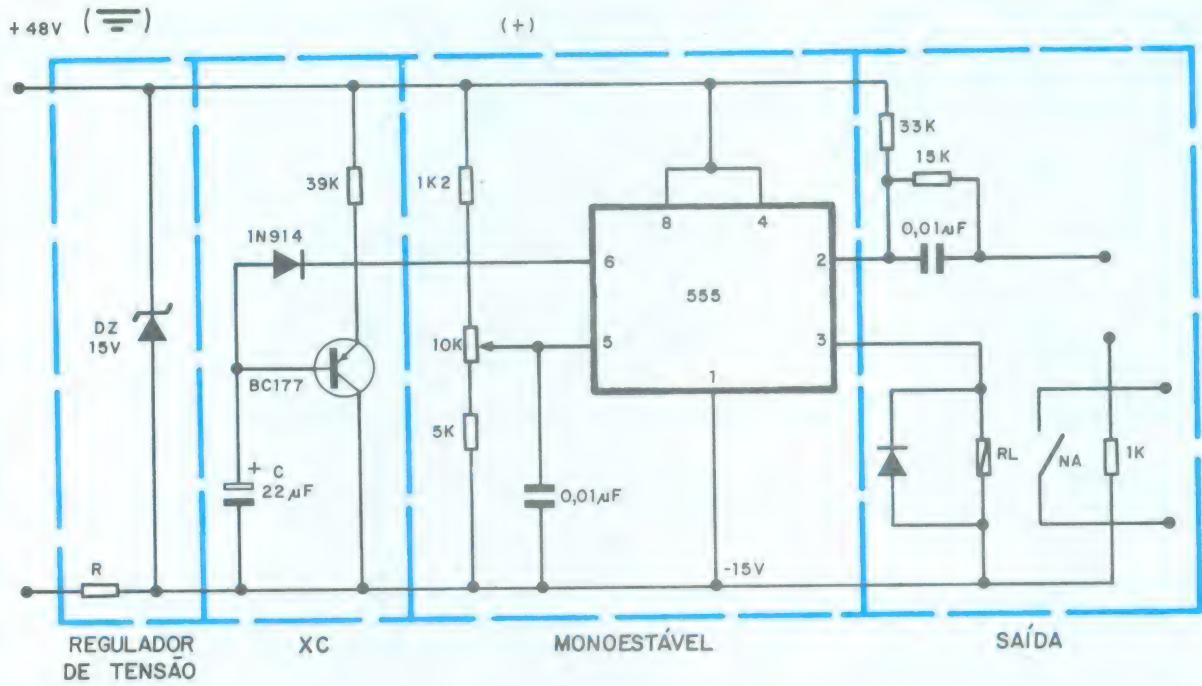
O circuito está sendo fabricado comercialmente, com as dimensões de 6 x 4,5 x 3 cm, encapsulado em resina, e a um custo bem inferior ao dos similares existentes. Esse mesmo artifício poderá ser usado nas demais aplicações do 555, sem degradação sensível das características de estabilidade originais.

### Detalhes de montagem

O circuito deve ser montado em impresso de fibra de vidro e, de preferência, instalado em caixa de plástico hermeticamente vedada e com sílica gel em seu interior. É fundamental que o multiplicador capacitivo fique protegido da umidade ou corrosão, devido aos baixos valores de corrente.

No caso de encapsulamento em epóxi, o circuito deve ser protegido do contato direto com a resina, de modo a evitar fugas; da mesma forma, é obrigatório o uso de sílica gel no interior do conjunto, de forma a evitar umidade na placa impressa.'

O capacitor C, da base de tempo, deve ser obrigatoriamente de tântalo. Convém que o trimpot de 10 k, para ajuste de tempo, seja acessível externamente.



1

**Obs.:**

**XC** — multiplicador de capacidade — este circuito deve ser protegido contra umidade, de forma a evitar fugas.

**C** — capacitor de tântalo,  $22\ \mu F$

**R** — calcular  $R$  em função do consumo, dependendo do relé a ser usado.

$h_{FE}(BC\ 177)=150$ ; usar transistor original ou cl/  $h_{FE}$  equivalente  
Ajuste de tempo no trimpot de 10 k

**RL** — relé reed para 12 V/50 mA (sugestão: Metaltex FT 2RE3)

Que gosta de fazer:

*Trocas, Vendas, Compras, Barganhas*

isto  
é  
para  
você

Neste mesmo espaço, mês que vem,  
começará a seção de classificados NOVA ELETRÔNICA.  
Será um espaço aberto gratuitamente pela  
revista, para que os leitores possam  
comunicar-se entre si, realizando trocas e transações

para participar escreva para:

**NOVA ELETRÔNICA -Classificados**

Av. Santa Catarina, 991- cep. 04378- São Paulo - S.P.

O texto dever ser breve e objetivo para que  
todos tenham lugar.



# ENGENHARIA

## do PRANCHETA PROJETISTA

### *Um 555 como regulador de comutação fornece tensão negativa*

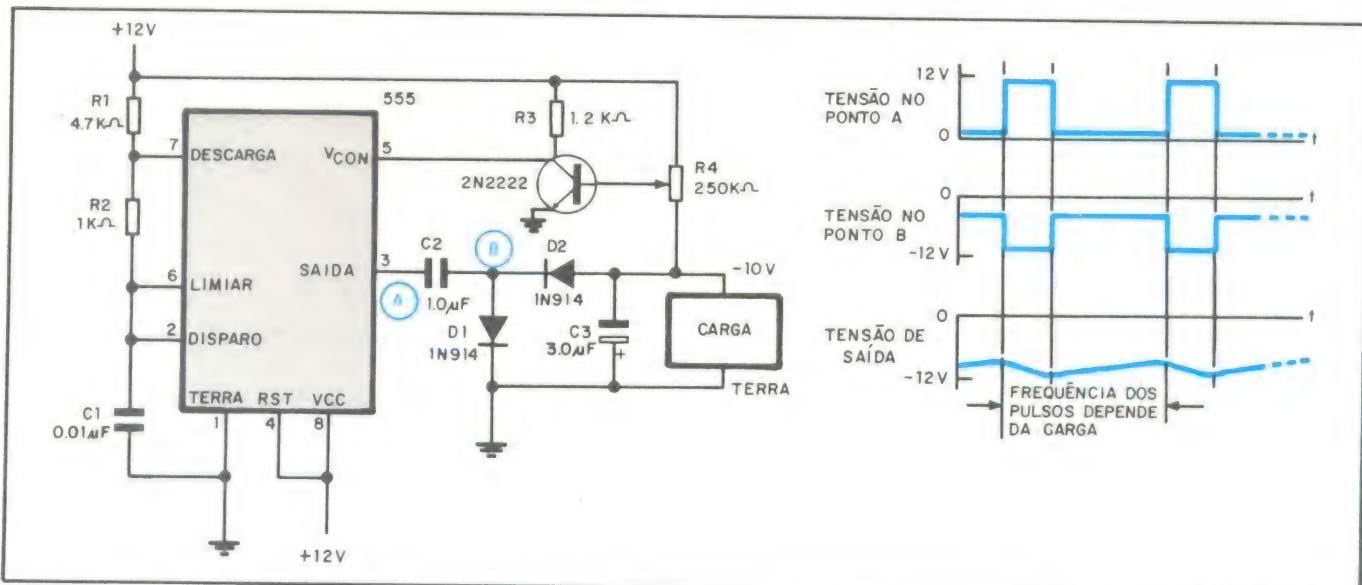
S.L. Black, Western Electric Co., Columbus, Ohio

A última aquisição do 555 para sua caixa de mágicas é sua utilização para produzir uma tensão CC negativa de polarização, a partir de uma fonte positiva. Pode-se obter correntes acima de 10 mA e a regulação de comutação empregada assegura uma tensão constante na saída. Tudo é conseguido com pouco mais que um transistor NPN e um temporizador 555.

O integrado opera na modalidade estável, e seus pulsos de saída são controlados em largura e freqüência pelos resistores R1 e R2, além do capacitor C1. Esses parâmetros podem ser selecionados para máxima regulação ao nível desejado da tensão de saída. O terminal 3 do CI é conectado a uma rede composta por C2, C3, D1 e D2. O capacitor série C2 faz com que o trem de pulsos perca sua referência de terra, a fim de que os diodos D1 e D2 retifiquem o sinal e o capacitor C3 possa filtrá-lo sob a forma de uma tensão contínua negativa. O nível dessa tensão depende da amplitude e do ritmo de repetição dos pulsos que saem do integrado.

Para regular a tensão de saída, o transistor 2N2222 varia a tensão de controle do 555, elevando ou diminuindo o ritmo de repetição dos pulsos. O resistor R3 atua como carga de coletor para esse transistor; e a base do mesmo é excitada através do potenciômetro R4, que compara a tensão de saída à tensão de alimentação. Se a tensão de saída torna-se menos negativa, a tensão de controle aproxima-se mais do nível de terra, fazendo com que o ritmo de repetição do 555 seja elevado e, portanto, que o capacitor C3 carregue-se com mais freqüência. Por outro lado, se a tensão de saída torna-se mais negativa, a tensão de controle aproxima-se da alimentação positiva, reduzindo o ritmo de repetição e carregando C3 menos frequentemente.

A tensão de saída pode ser ajustada para qualquer nível entre 0 e -10 V, por intermédio do potenciômetro R4. Com os componentes exibidos na figura, o circuito fornece -10 V a partir de uma fonte de 12 V. A regulação é inferior a 5%, com uma corrente de 10 mA e apenas 0,05% a 0,2 mA.



**Fonte de tensão negativa** — Os pulsos originados no multivibrador integrado são invertidos e filtrados por C2, D2 e C3. A saída negativa de tensão, que aparece sobre C3, é regulada pelo transistor, que por sua vez vai aumentar ou reduzir a freqüência do multivibrador

com a periodicidade necessária. Com os componentes apresentados, a saída é de -10 V e a regulagem é de 0,05% a 0,2 mA e de 5% a 10 mA, desde que haja uma boa polarização.

# Lógica acoplada por capacitor realiza trabalhos pouco comuns

Stephen R. Pareles, Colégio Cook de Ciência Ambiental, New Brunswick, N.J.

O acoplamento capacitivo de sinais lógicos pode vir a ser uma forma simples de se executar tarefas não muito simples. Essa técnica é capaz, por exemplo, de simplificar a detecção de bordas de pulsos, assim como a comparação entre sinais analógicos e digitais.

Com o circuito da figura 1 e um osciloscópio traço único, é possível exibir simultaneamente um sinal analógico e um digital, permitindo assim que sejam comparados ou sincronizados. A saída do circuito resulta como um sinal analógico com cursores digitais sobrepostos.

O capacitor age como um detector bidirecional de bordas para o trem lógico arbitrário que passou pelo buffer 7404. A partir desse trem de pulsos, o capacitor produz transientes analógicos, que são positivos para pulsos com bordas ascendentes e negativos para bordas descendentes.

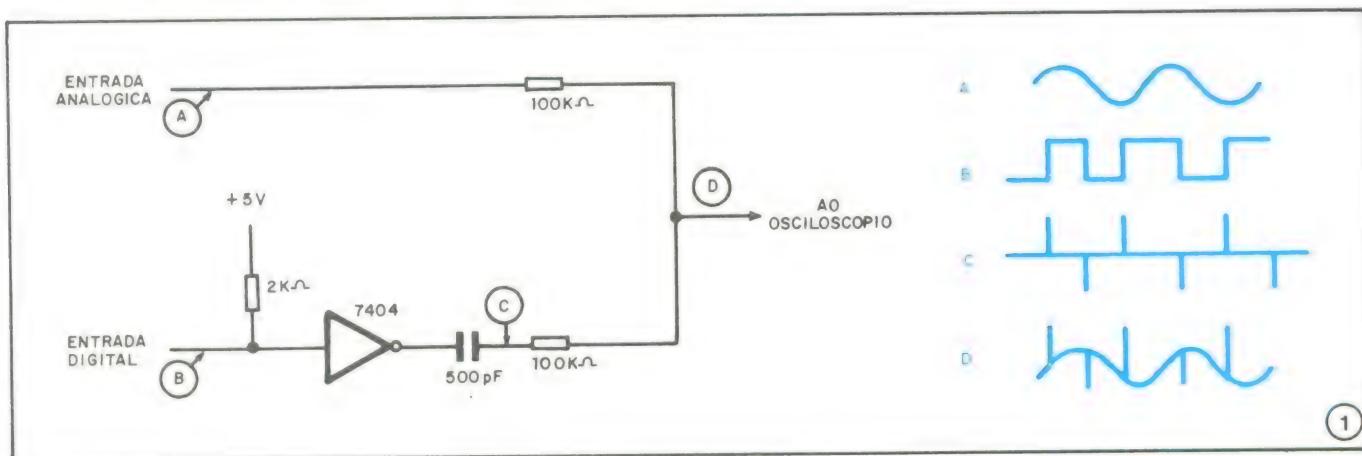
Esses transientes são então acoplados ao sinal analógico através de resistores que proporcionam a isolação de corrente necessária (100 quilohms é um valor adequado para muitas aplicações). E uma capacidade de 500 pF é a ideal para baixas freqüências de varredura horizontal, tal como 100 Hz. Valores menores de capacidade devem ser adotados para freqüências maiores, a fim de evitar que as

bordas descendentes dos transientes tornem-se visíveis na tela.

O acoplamento capacitivo pode ser usado também na detecção bidirecional de bordas quando se deseja uma saída em níveis lógicos. O circuito detector, representado na figura 2, pode até manipular larguras variáveis de pulso.

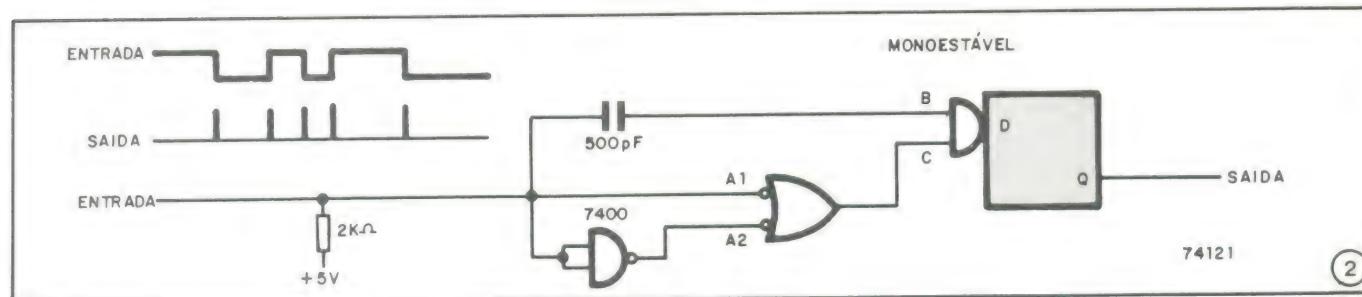
Normalmente, o monoestável 74121 é disparado apenas por uma transição positiva em seu ponto D, em seguida a um nível baixo nos pontos D e Q. Quando a entrada é levada a um nível alto, o ponto A1 a acompanha; como A2 está, nesse momento, ainda em nível alto, o ponto C permanece momentaneamente em nível baixo. Quando A2 vai para um nível baixo e C, para um alto, o monoestável é disparado por uma borda ascendente em D. O ponto B é mantido alto o tempo todo.

Assim que a entrada vai para "0", A1 "0" antes que A2 vá para "1", fazendo com que C permanece alto. O ponto B, porém, vai momentaneamente para "0" e, quando volta ao estado anterior, o monoestável sofre disparo por uma borda ascendente em C, como antes. As tabelas da figura 2 detalham os principais pontos de operação do circuito.



**Apresentação de dois sinais** — Um capacitor simplifica a tarefa de se observar dois sinais num osciloscópio de um só traço. A saída do circuito resulta uma a propria entrada analógica, mas com cursores digitais sobrepostos. Os dois resistores de 100 quilohms proporcionam a necessária isolação contra interferência entre correntes.

tempo	OPERAÇÃO DO CIRCUITO					
	transição positiva de entrada				transição negativa de entrada	
	A1	A2	C	B	D	Q
$t_n$	0	0	1	1	1	0
transição	1	1	1	0	1	0
$t_{n+1}$	1	1	0	1	1	1 disparo



**Dupla detecção de bordas** — Tanto a borda ascendente como a descendente do trem de pulsos de entrada são detectadas por este circuito acoplado capacitivamente.

# *Novo Isolador Integrado Amplia a Largura de Banda de Sistemas a dois Transformadores*

Bill Morong, Analog Devices Inc., Norwood, Mass.

*Estável e linear, este novo amplificador de isolamento adapta-se agora às várias aplicações em que é preciso manipular sinais analógicos de até 15 kHz, tal como em controle de motores.*

A lista de aplicações que requerem isolamento entre fontes analógicas de sinal e circuitos de processamento de dados já é bastante grande e continua crescendo. As diversas aplicações diferentes criaram requisitos dos mais variados sobre o tipo de isolamento utilizado, razão pela qual foram desenvolvidas várias técnicas de isolamento, na tentativa de suprir tais exigências.

Os dois meios mais corriqueiros de isolamento até hoje empregados são aquele a transformador e o ótico. Os isoladores a dois transformadores, embora excelentes em termos de linearidade e estabilidade de ganho e *offset*, sempre apresentaram larguras de banda menores que os de transformador único ou óticos. Agora, porém, com a chegada de um amplificador de isolamento banda larga a dois transformadores, modulado em amplitude (o modelo 289), abre-se uma grande variedade de aplicações anteriormente impraticáveis por este método.

É do conhecimento de todos que em qualquer caso onde é preciso detectar sinais analógicos de baixo nível, na presença de tensões elevadas de modo comum, é necessária alguma isolamento; e os circuitos onde correntes de laço de terra podem introduzir grandes porcentagens de erro no sinal a ser medido também são fortes candidatos a necessitarem de isolamento. Uma isolamento adequada possibilita a transmissão de sinais através de uma barreira não-condutora, sem qualquer conexão elétrica ou galvânica.

Da grande variedade de técnicas de isolamento em uso atualmente, os métodos magnéticos e óticos são de longe os mais comuns em todas as

aplicações, exceto nas altamente especializadas. Um bom conhecimento de seus pontos fortes e fracos é de grande importância para o projetista envolvido com problemas de isolamento.

Um típico amplificador de isolamento acoplado a transformador incorpora um oscilador, para gerar o sinal portador, sinal este que é modulado pela entrada do amplificador. O sinal de entrada pode ser de qualquer freqüência da banda de passagem do mesmo, incluindo CC. A portadora modulada é obrigada a passar por um transformador de sinal e depois é demodulada, onde uma cópia do sinal de entrada é reconstruída, na saída do amplificador de isolamento.

## **O segundo transformador**

Os amplificadores de isolamento acoplados a transformador geralmente contém um segundo transformador, que torna a portadora sem modulação disponível em ambos os lados da barreira de isolamento, sinal que é utilizado para facilitar a modulação e demodulação e também para gerar a alimentação CC que energiza os circuitos de entrada ou saída do amplificador. Algumas vezes, pode até mesmo alimentar circuitos externos.

Os isoladores com dois transformadores já existem há bastante tempo e são bastante convenientes, com suas variações de *offset* de entrada de alguns microvolts por °C, seus coeficientes ganho/temperatura inferiores a 50 partes por milhão e suas não-linearidades de ganho de menos de 0,01%; e a estabilidade a longo prazo desses parâmetros também é exceLEN-

te. A maior limitação desses isoladores, porém, são as larguras de banda não mais amplas de 3 ou 4 kHz.

Para larguras maiores que essa, foram desenvolvidos os amplificadores de isolamento por acoplamento ótico, que chegam até os 15 kHz de banda. Nesses amplificadores, o sinal de entrada modula a intensidade de feixes de luz, gerados por diodos LED. Os feixes de luz modulada são apontados para fotodiodes, os quais produzem correntes de saída praticamente proporcionais à intensidade da luz que os atinge. Nos amplificadores de isolamento oticamente acoplados, a corrente vinda dos fotodiodes é remetida a um circuito que a converte em uma tensão de saída. Outras correntes de mesma origem são enviadas de volta à entrada do amplificador, a fim de auxiliar na remoção de não-linearidades de ganho e de instabilidade, defeitos normalmente introduzidos pelas variações da eficiência de transferência dos LEDs, do caminho ótico e dos fotodiodes.

Além de ampliar as bandas, os amplificadores por isolamento ótica exibem ainda variações de *offset* de entrada e coeficientes ganho/temperatura similares aos dispositivos acoplados por transformador. Uma grande desvantagem, porém, é a variação do ganho a longo prazo, tipicamente duas vezes maior que o verificado em isoladores a transformador. Tal variação é ocasionada pelo envelhecimento dos componentes óticos.

Outra desvantagem é o fato de, apesar dos isoladores óticos não exigirem sinal portador, ser necessário um conversor CC/CC para alimentar os circuitos de entrada e saída do am-

plificador. Isto praticamente anula a vantagem do custo dos isoladores óticos, em relação aos acoplados a transformador.

Os amplificadores de isolamento banda larga, acoplados a transformador, combinam num só transformador as funções normalmente separadas dos transformadores de sinal e de potência. Tais isoladores exibem o dobro da largura de banda dos dispositivos ópticos, com não-linearidades equivalentes, além de serem mais baratos. Em contrapartida, sofrem de excessivo desvio de offset e demasiada geração de ruído no processo de modulação/demodulação. São suscetíveis, ainda, a deslocamentos semipermanentes de suas características elétricas, quando submetidos a fortes campos magnéticos por algum tempo.

Os aperfeiçoamentos introduzidos no projeto e construção de transformadores permitiram que o modelo 289 de amplificador de isolamento oferecesse 15 kHz de largura de banda e mantivesse os pontos fortes tradicionais da técnica — excelente isolamento e boas

características em CC. Encapsulado numa embalagem plástica de 16,5 cm<sup>3</sup>, este isolador de três portas (figura 1) contém um conversor CC/CC para linhas de alimentação isoladas, um buffer para a porta de saída e um regulador limitador de corrente, que permite a operação ao longo de uma extensa faixa de tensões de alimentação, sem qualquer degradação no desempenho.

O 289 representa um compromisso favorável entre custo e desempenho, a meio caminho entre os isoladores ópticos e os de transformador único. Foi preparada, para os três sistemas, um relatório de erros de atuação, que pode ser consultado sob o título "Uma comparação de relatórios de erros".

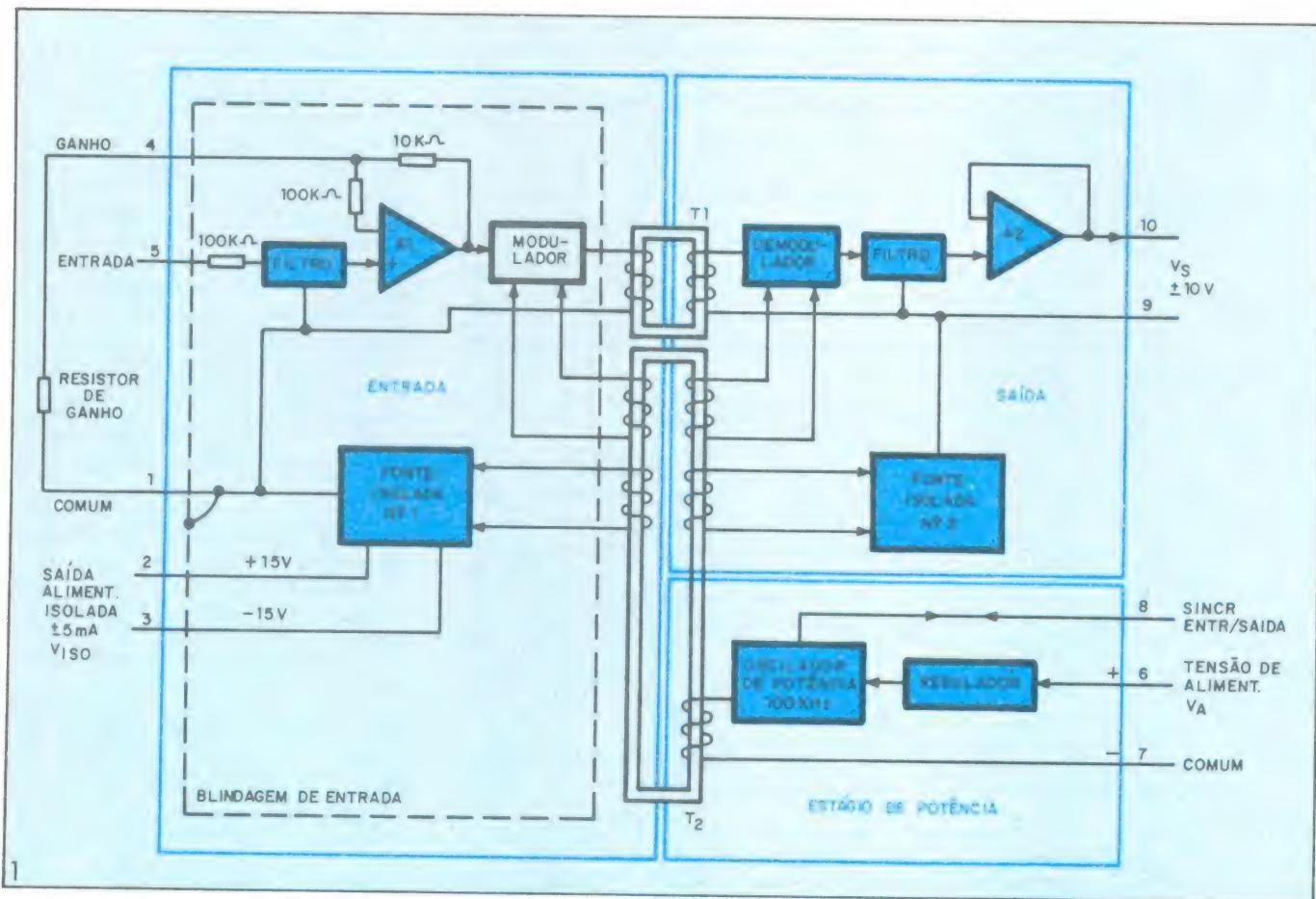
Observe que, apesar da largura de banda com pequenos sinais do sistema a dois transformadores ser inferior ao de um só transformador, as não-linearidades e variações do ganho com a temperatura do primeiro são tão boas, se não melhores, que as do segundo. Além disso, as variações da

tensão de offset com a temperatura são bem inferiores no método a dois transformadores.

A presença de um sinal portador num amplificador de isolamento acoplado a transformador conduz inevitavelmente a uma parcela de ripple na saída do isolador. E à medida que a largura de banda de um amplificador de isolamento torna-se uma fração cada vez maior de sua frequência portadora, o ripple torna-se cada vez mais difícil de controlar. Apesar deste fato, o 289 produz menos ripple que muitos outros amplificadores acoplados a transformador, os quais apresentam uma banda bem menos extensa. E esse menor nível de ripple significa menores exigências de filtragem na saída.

#### Minimizando o ripple

Para evitar que o ripple de alimentação module o sinal portador do amplificador de isolamento, é preciso utilizar reguladores de tensão. Alguns isoladores possuem reguladores embutidos, não só para eliminar os efeitos da ondulação de alimentação, mas tam-



**Isolado** — O amplificador de isolamento modelo 289, de banda larga e dois transformadores, permite obter um compromisso favorável entre custo e desempenho, colocando-se à frente dos outros amplificadores de isolamento, acoplados ópticamente ou por um único transformador. Ele deve boa parte de seu desempenho ao seu sistema de isolamento de entrada e de potência.

bém para evitar que os transientes da frequência portadora sejam transmitidos ao restante do sistema, através do terminal de alimentação do amplificador de isolamento.

Outro problema em potencial é o que se refere à carga na saída, já que para muitos isoladores com impedância de saída de 1000 ohms e sem adaptadores (*buffers*), o uso de cargas de baixa impedância significa enormes erros de ganho. Sendo assim, recomenda-se adotar adaptadores externos, em tais casos; é claro que os amplificadores de isolamento já dotados de *buffers* internos dispensam tal exigência.

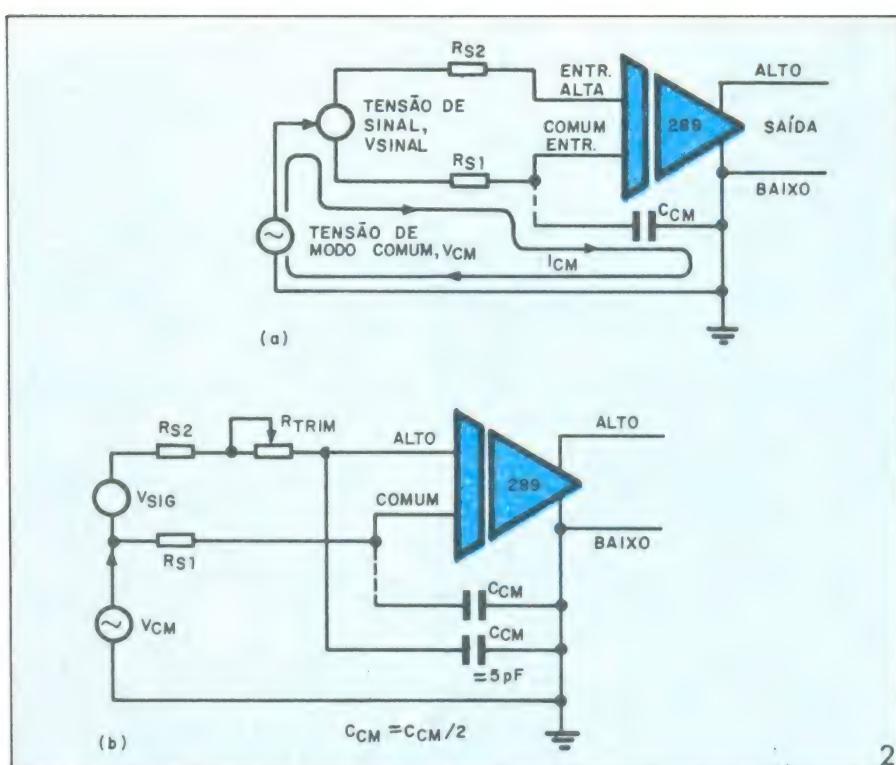
Isoladores de três portas são mais facilmente aplicáveis que os de apenas duas, já que estes tem seus retornos de alimentação e de saída percorrendo um terminal comum. Mas mesmo os de três portas diferem em sua construção e oferecem níveis diversos de isolamento entre as portas de saída e alimentação. Assim, por exemplo, alguns amplificadores de isolamento de 3 portas tem seus terminais de alimentação e saída conectados por um capacitor, que permite a passagem da corrente da portadora, mas bloqueia a corrente contínua, possibilitando, dessa forma, níveis moderados de tensões de saída de modo comum. No entanto, o retorno do sinal portador por circuitos externos pode introduzir correntes de *ripple* naqueles circuitos.

Os verdadeiros amplificadores de isolamento de três portas, como o 289, tem seus terminais isolados galvanicamente, por onde não passa CC nem CA. Suas saídas podem ser ligadas a tensões de modo comum de qualquer polaridade, dentro da faixa de tensões de modo comum de saída do isolador.

É preciso observar certas precauções quando se está trabalhando com amplificadores de isolamento. A mais óbvia delas é a necessidade de se projetar o circuito de aplicação de forma que não se perca as propriedades do isolador. Isto significa que é preciso prever um espaçamento adequado entre os circuitos de entrada e saída.

#### Maximizando a rejeição de modo comum

A conversão de sinais de modo comum em sinais normais, na entrada de um amplificador de isolamento, tem a tendência de limitar a rejeição de modo comum do amplificador a algum valor finito. Sempre existe um certo valor de capacidade entre circuitos, em qualquer lado da barreira de isolamento, que causa o aparecimento de uma corrente de modo comum, quando é aplicada à barreira uma tensão de modo comum (figura 2a). Essa corrente é proporcional à tensão aplicada do sinal de modo comum, à sua frequência e também à capacidade da barreira.



**Modo comum** — Uma capacidade finita na barreira de isolamento de um amplificador de isolamento tende a limitar sua rejeição de modo comum (a). Adicionando-se o capacitor  $C_{CM}$  e o resistor  $R_{TRIM}$ , como se vê em (b), pode-se obter o cancelamento da tensão de modo comum em  $R_{S1}$  através de outra tensão de modo comum, em  $R_{S2}$ .

Para muitos amplificadores de isolamento, o terminal comum de entrada constitui um caminho mais direto para a corrente de modo comum do que o terminal "vivo" de entrada, e a consequência é que grande parte dessa corrente prefere fluir por esse terminal. Se, por acaso, for conectado ao amplificador de isolamento uma fonte de sinal normal com dois resistores iguais, conforme nos mostra a figura 2a, um sinal normal induzido por um sinal de modo comum vai aparecer em série à fonte de sinal, sendo tratado pelo sistema como se fosse realmente um sinal normal.

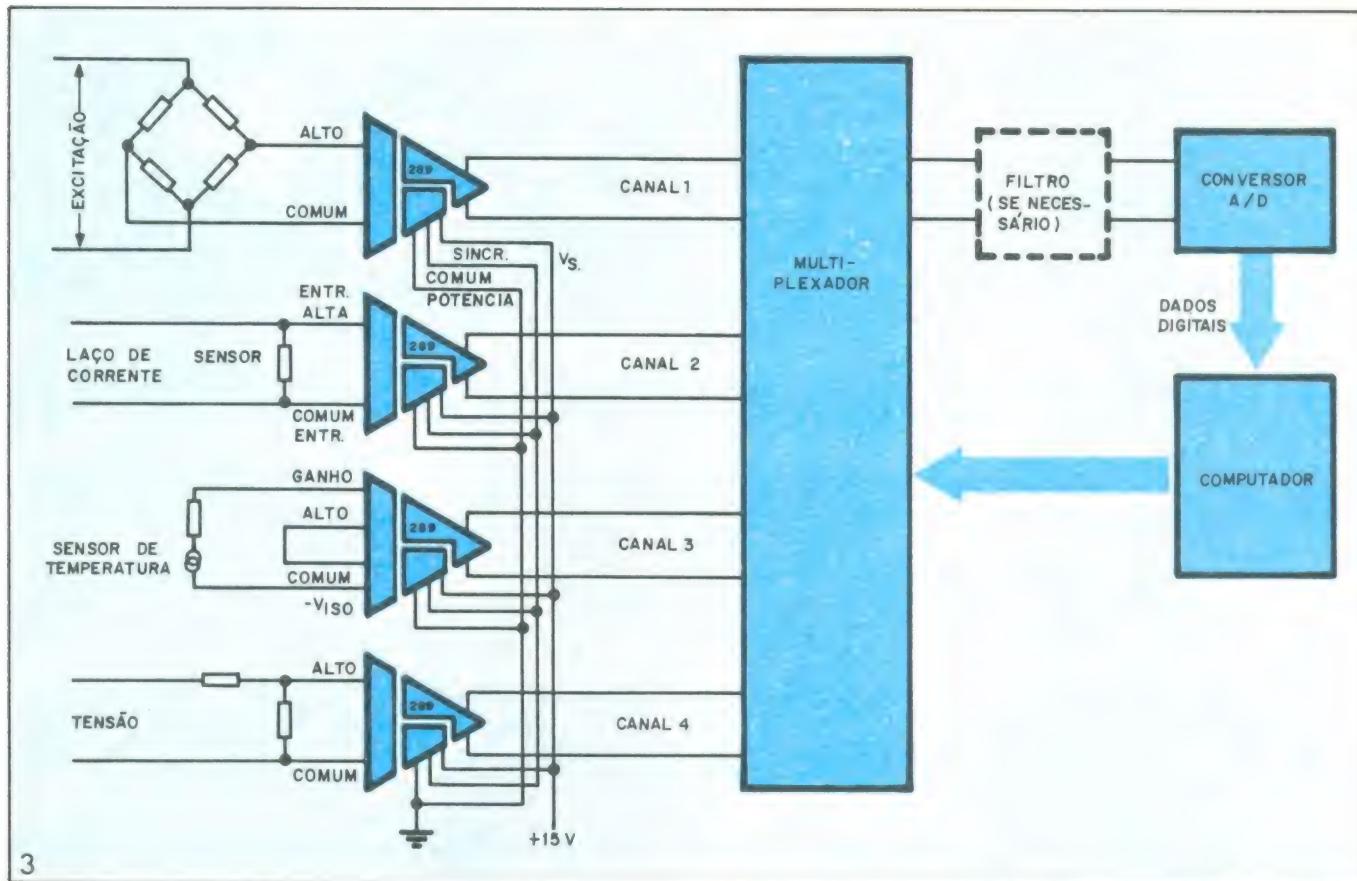
Uma forma de minimizar os efeitos das correntes de modo comum é a de interpor uma blindagem na barreira de isolamento, a fim de interceptar tais correntes e dispersá-las ao redor da resistência de entrada. Outro método consiste em se empregar um estágio diferencial de entrada, antes mesmo do amplificador de isolamento. Essas técnicas, contudo, estão limitadas aos casos onde o espaço físico é precioso e pouca área existe para blindagens ou estágios adicionais de entrada. Nestes casos a rejeição de modo comum pode ser maximizada pela minimização da capacidade da barreira de isolamento.

Nas aplicações onde a resistência de fonte é conhecida e relativamente

constante, pode-se obter grandes melhorias na rejeição de modo comum, a um pequeno custo adicional, se for utilizado o circuito da figura 2b. O acréscimo do capacitor  $C_{CM}$  fará com que uma maior corrente de modo comum flua por  $R_{S2}$  e  $R_{TRIM}$ . O ajuste adequado de  $R_{TRIM}$  poderá desenvolver uma tensão em série com o terminal "vivo" de entrada, capaz de cancelar a tensão de modo comum induzida presente em  $R_{S1}$ . A pena a pagar por este recurso é um pequeno aumento na corrente de modo comum (aproximadamente 0,25  $\mu$ A a 117 V, 60 Hz). O capacitor  $C_{CM}$  deve ser capaz de suportar a tensão total de modo comum presente no amplificador de isolamento.

Por outro lado, o uso de cabos longos para interligar um dispositivo de alta impedância à entrada de um isolador só tende a exacerbar o problema de se converter sinais de modo comum em sinais normais, e faz oposição ao cancelamento obtido na figura 2b. Desse modo, é conveniente evitar o uso de cabos extensos entre a fonte de sinal e o amplificador de isolamento.

Quando é preciso adquirir dados de transdutores flutuantes, para sistemas de controle de processos computadorizados, pode-se pensar num amplificador de isolamento como o modelo 289, para diferenças de potencial ou para interromper laços de terra entre



3

**Controle de processos** — O amplificador de isolamento com dois transformadores é suficientemente linear para fornecer isolamento entre transdutores flutuantes isolados e equipamentos computadorizados de controle de processos. O conversor A/D empregado deve ser monotônico, a fim de se evitar instabilidades em sistemas de laço fechado.

transdutores ou entre estes e níveis locais de terra (figura 3).

#### No controle de processos

Como é normal incluir um amplificador de isolamento e um conversor A/D em grandes laços de realimentação, o conversor deve ser monotônico e a isolamento deve ser suficientemente linear, a fim de não introduzir comportamentos não-monotônicos. A falta de comportamento monotônico poderá causar instabilidade no laço de realimentação.

Ao se utilizar o circuito da figura 3, é desejável que os amplificadores de isolamento sejam protegidos contra sobrecargas diferenciais na entrada. Caso contrário, qualquer erro de conexão dos amplificadores à rede poderá destruí-los. Ademais, os amplificadores de isolamento devem ser sincronizados, a fim de evitar falhas causadas pelas freqüências de batimento geradas pela mistura das portadoras individuais dos amplificadores. A conexão dos terminais sincronizadores, na figura 3, tem este objetivo. Esse circuito é apropriado para tensões de modo comum até 2500 V de pico, CC ou CA.

Num sistema de aquisição de dados onde vários transdutores são ali-

mentados por uma única fonte e o nível de tensão da mesma é suficientemente baixo para permitir que um multiplexador manipule todas as tensões dos transdutores, pode-se empregar um único amplificador de isolamento e um multiplexador (figura 4). No passado, tal configuração não era sempre possível devido às limitações de velocidade dos amplificadores de isolamento disponíveis. Já o modelo 289, ao contrário, apresenta um tempo de acomodação curto o suficiente para tornar-se viável neste circuito.

A abordagem mostrada na figura 4 é de utilidade quando a diferença de tensão entre quaisquer dois terminais dos transdutores não exceder os 30 volts. Uma limitação deste circuito é a de seus terminais de alimentação não serem protegidos contra tensões alternadas da rede, como o multiplexador, apesar da própria entrada do amplificador contar com essa proteção.

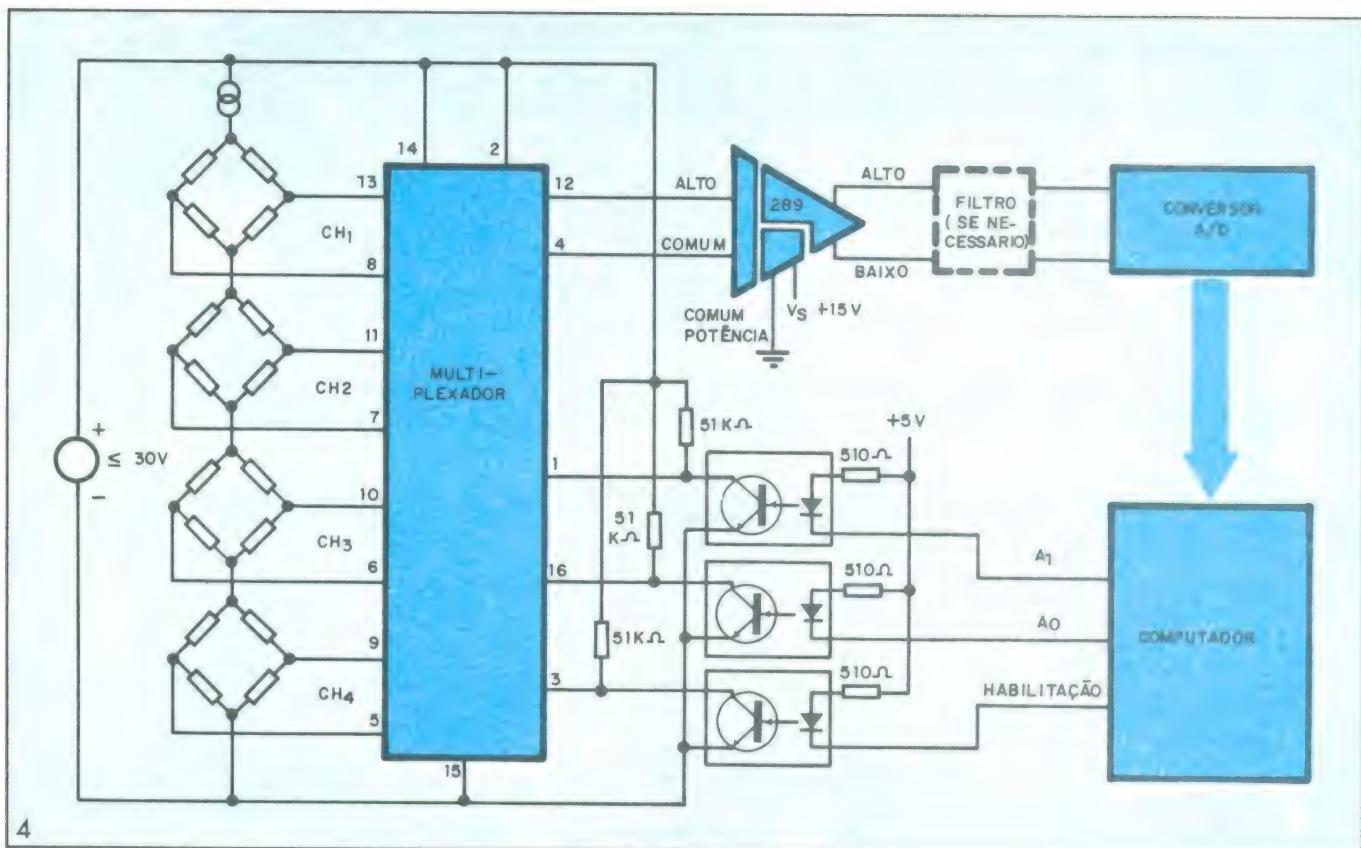
O endereçamento do multiplexador da figura 4 é binário, com um sinal de habilitação disponível para a seleção do circuito fonte de sinal; os sinais digitais são isolados oticamente. No caso de vários grupos de transdutores, é preciso utilizar vários circuitos como o da figura 4, sincronizando de-

vidamente os amplificadores de isolamento. E se vários transdutores dividirem o mesmo terminal comum, ele poderá ser ligado à entrada comum do isolador, usando apenas metade dos elementos de comutação.

Em análises de vibração de banda larga, pode-se acoplar um transdutor de esforço mecânico a uma peça submetida a esforço, que vai transmiti-lo ao transdutor. Nesses casos o transdutor deve estar intimamente conectado à peça de prova, razão pela qual costuma-se isolar a saída do mesmo. Nas ocasiões em que as freqüências de interesse estende-se muito além de algumas centenas de hertz, um amplificador de isolamento de banda larga, como o modelo 289, pode ser cogitado. A utilização de filtros variáveis no estágio de saída do amplificador isolador torna possível a visualização de espectros particulares de freqüência num osciloscópio.

#### Aplicações médicas

O amplificador 289 revelou-se útil em várias aplicações médicas, tal como isolamento de pacientes dos instrumentos. Apesar de muitos amplificadores isoladores serem usados na isolamento de pacientes em eletrocardio-



**Aquisição de dados** — Sempre que vários transdutores são alimentados por uma única fonte de baixa tensão, pode-se utilizar um multiplexador para conduzi-los ao único amplificador de isolamento do circuito. No entanto, esta sugestão só é válida para os casos em que o potencial entre transdutores não ultrapassar os 30 V.

grafia, poucos tem a largura de banda necessária para utilização em eletromiografia ou na análise de pulsos de marcapassos.

O circuito da figura 5 é ideal para tais casos. Nele, um amplificador diferencial aparece ligado à entrada do amplificador de isolamento, o que permite à entrada comum do 289 ser conectada ao paciente, fazendo com que a tensão de modo comum do mesmo excite o amplificador. A estrutura de entrada balanceada reduz o ruído de modo normal que é convertido a partir do ruído de modo comum.

As entradas com transistores FET do circuito possibilitam o uso de resistores protetores de grande valor, na entrada, sem afetar o desempenho em relação ao ruído. Esses resistores de entrada, juntamente com os diodos de grampeamento, protegem a estrutura de entrada do amplificador isolador contra pulsos defibriladores e ainda protegem o paciente de correntes de defeito que eventualmente possam surgir, no caso de falha de algum componente do pré-amplificador.

A entrada diferencial da figura 5 é convertida numa entrada única, adequada ao uso do amplificador de isolamento. O estágio de ganho empregado para essa conversão não utiliza valo-

res de impedância desnecessariamente elevados, minimizando assim a geração de ruído. O diodo de entrada deve ser do tipo de poucas fugas e não deve mostrar sensibilidades à luz, para impedir que sejam produzidas photocorrentes na estrutura de entrada.

Em qualquer aplicação de isolamento de pacientes, a fiação do amplificador com o paciente é tão crítica quanto as propriedades de isolamento do próprio amplificador. Como tal fiação é uma extensão da área vulnerável do paciente, não admira ser tão crítica sua seleção adequada. Alguns tipos de cabos, por exemplo, produzem ruído abundante quando flexionados, arruinando assim o desempenho normalmente livre de interferências do sistema de isolamento. O comprimento do cabo também pode ser um problema, pois uns poucos metros do mesmo apoiados no concreto do chão poderão formar um perfeito desvio para a isolamento capacitiva do amplificador.

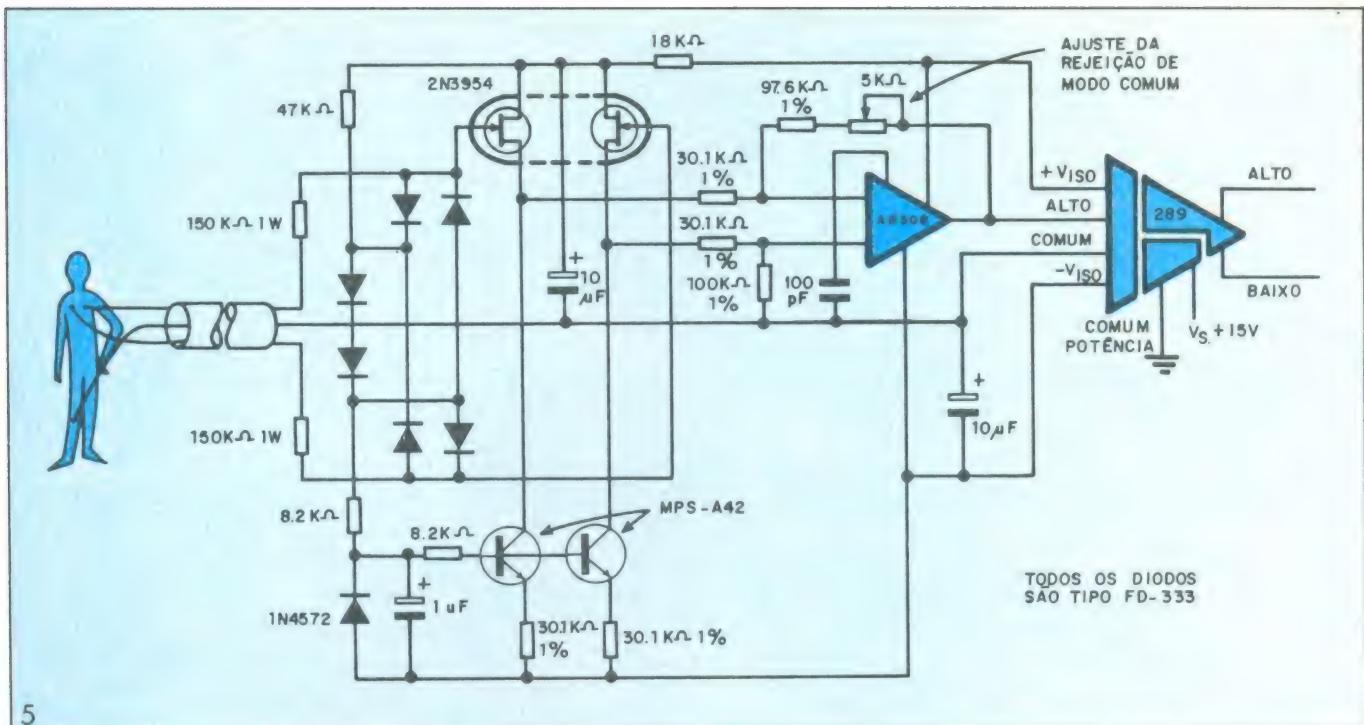
No controle de motores e cargas em CA, o uso de amplificadores isoladores acoplados a dois transformadores nem sempre tem sido possível, também devido às limitações de banda dos mesmos. Assim sendo, deu-se preferência a amplificadores de isolamento acoplados oticamente, mas equi-

pados com alimentação flutuante para energizar seus amplificadores de entrada. Agora, o modelo a dois transformadores do 289 tornou possível a utilização desses dispositivos no controle de motores e cargas em CA. Esse amplificador possui banda suficiente e deslocamento de fase mínimo, que o tornam ideal para essas aplicações.

#### Duplicação fiel

Na figura 6 pode-se ver dois amplificadores isoladores com dupla transformação agindo como sensores da tensão de armadura e da corrente de um motor. Cópias fiéis das formas de onda dessas variáveis são entregues ao controle do motor. O amplificador A1 atua com ganho unitário, a partir do divisor formado por R1/R2/R3, fornecendo uma saída que é 1/100 da tensão de armadura. O amplificador de isolamento A2 opera com um ganho de 100, entregando uma tensão que é 100 vezes maior que a presente no resistor sensor de corrente.

A figura 7, por sua vez, nos mostra três amplificadores 289 agindo como sensores de tensão das 3 linhas de uma carga trifásica. A rede "Y" ou "estrela" divide as tensões das três fases e cria um ponto neutro para as entradas comuns dos amplificadores isola-



5

**Isolação de pacientes** — Apesar de muitos amplificadores de isolamento serem usados na isolação de eletrodos de eletrocardiógrafos, poucos exibem a largura de banda necessária para as aplicações de eletromiografia ou de análise de pulsos de marcapassos. O modelo 289, porém, dispõe de uma gama suficientemente ampla para tais serviços médicos.

### Uma comparação entre parâmetros de erro

Uma comparação entre os parâmetros de erro dos três principais mais comuns de isolamento analógica — a dos transformadores, como o 289, amplificadores híbridos acoplados óticamente e amplificadores de transformador único — mostra claramente as vantagens da primeira técnica sobre as outras duas. Os cálculos que vêm a seguir estão baseados nas especificações relacionadas na tabela. Para abreviar um pouco as contas, foram abordadas aqui somente as principais fontes de erro. Os dados aqui são válidos para circuitos com ganho unitário e com uma saída de 10 V, no máximo ( $\pm 5$  V). Considerou-se a operação do circuito a uma temperatura de  $25^\circ\text{C} \pm 25^\circ\text{C}$  e também eliminados os erros de ganho e offset.

Um coeficiente ganho/temperatura de  $0,005\% / ^\circ\text{C}$  multiplicado por uma amplitude de  $25^\circ\text{C}$  fornece  $0,125\%$  de plena escala para o sistema a dois transformadores (o primeiro da tabela). Em seguida, as tensões offset de entrada e saída em função da temperatura,  $\pm 10$  e  $\pm 50 \mu\text{V} / ^\circ\text{C}$ , fornecem  $1500 \mu\text{V}$ , que é  $0,015\%$  da saída plena de 10 V. A nova soma de erro, agora, é de  $0,125\%$  (coeficiente ganho/temperatura) mais  $0,015\%$  (tensão de offset), que resulta em  $0,14\%$ . Adicionando a isto uma não-linearidade de ganho de  $0,01\%$ , o erro total torna-se  $0,15\%$  da saída plena.

O coeficiente ganho/temperatura do segundo sistema, aquele com acoplamento ótico, é igual ao do sistema a dois transformadores —  $0,125\%$  para uma amplitude de  $25^\circ\text{C}$ . A tensão de offset de  $455 \mu\text{V} / ^\circ\text{C}$  multiplicada por  $25^\circ\text{C}$  fornece  $11375 \mu\text{V}$ , que é  $0,114\%$  de 10 V. Quando o erro de linearidade de  $0,05\%$  da escala plena é acrescentado, o total é de  $0,289\%$ .

Para o terceiro sistema, que usa um só transformador, o coe-

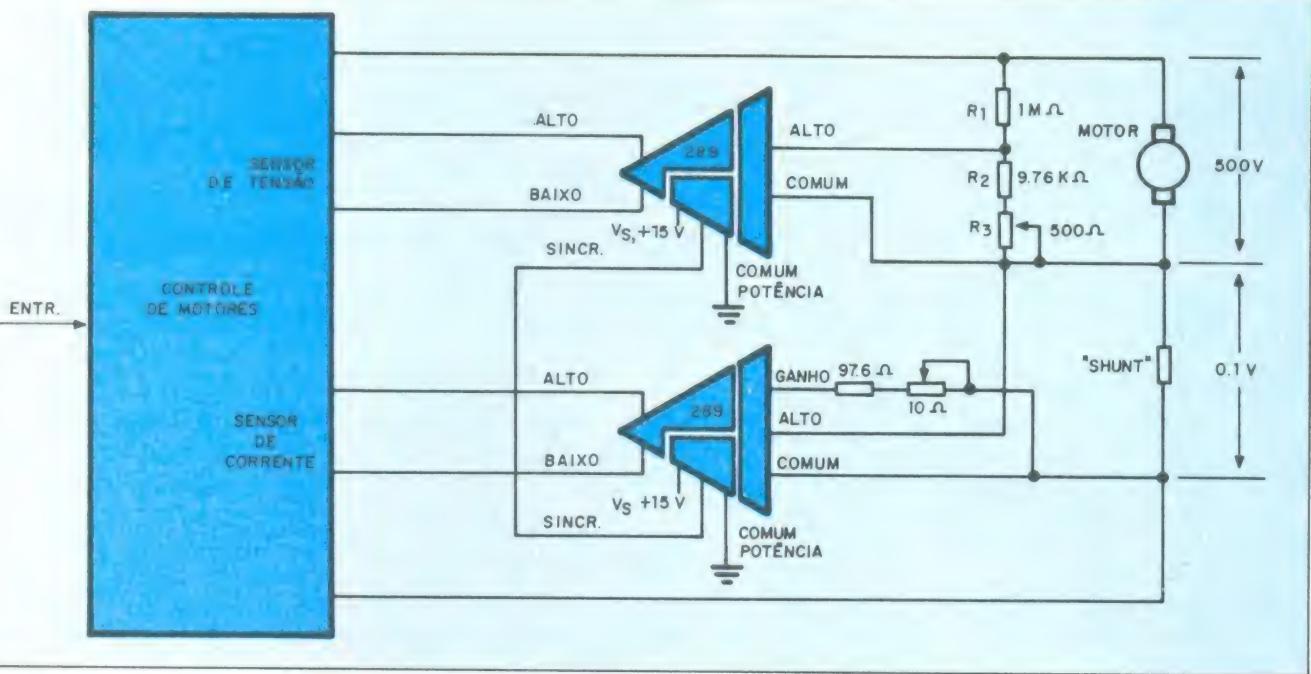
ciente ganho/temperatura de  $0,006\%$  multiplicado por  $25^\circ\text{C}$  fornece  $0,15\%$  da saída plena. A tensão de offset de  $525 \mu\text{V} / ^\circ\text{C}$  multiplicada por  $25^\circ\text{C}$  fornece  $13125 \mu\text{V}$ , que é  $0,13\%$  de 10 V. Adicionando-se o erro de linearidade de  $0,05\%$  da escala plena, o total é de  $0,33\%$ .

Para ganhos diferentes de 1, os cálculos tornam-se mais complicados. A estabilidade dos resistores de ganho utilizados pelo usuário podem afetar a estabilidade de ganho do próprio amplificador, sendo pois necessário incluir mais esse efeito (isto também é necessário para amplificadores isoladores trabalhando com ganho unitário, nos casos em que tal ganho é ajustado por resistores supridos pelo usuário). A níveis diferentes de ganho do amplificador de isolamento a variação de offset sobre alterações, complicando ainda mais os cálculos de erros. Assim, por exemplo, o primeiro sistema de isolamento apresenta menos variação de offset que o segundo, mas só abaixo de um ganho de 80. Acima desse ganho, a situação se inverte. E o terceiro, com um só transformador, exibe maior variação de offset que os outros dois em qualquer nível de ganho.

Outros fatores que contribuem para complicar a situação são os erros causados por corrente diferencial de entrada e pelo ruído. Nas aplicações que envolvem baixa resistência de fonte, tais erros são desprezíveis, mas se for necessário incluir resistores em série com a entrada do amplificador de isolamento, a fim de proporcionar proteção contra sobrecarga diferencial, tais erros tornam-se grandes o suficiente para merecer consideração. Devido à grande variação das estruturas de entrada dos diferentes amplificadores de isolamento, a inclusão desses erros nos cálculos já vistos é bastante difícil, se não impossível.

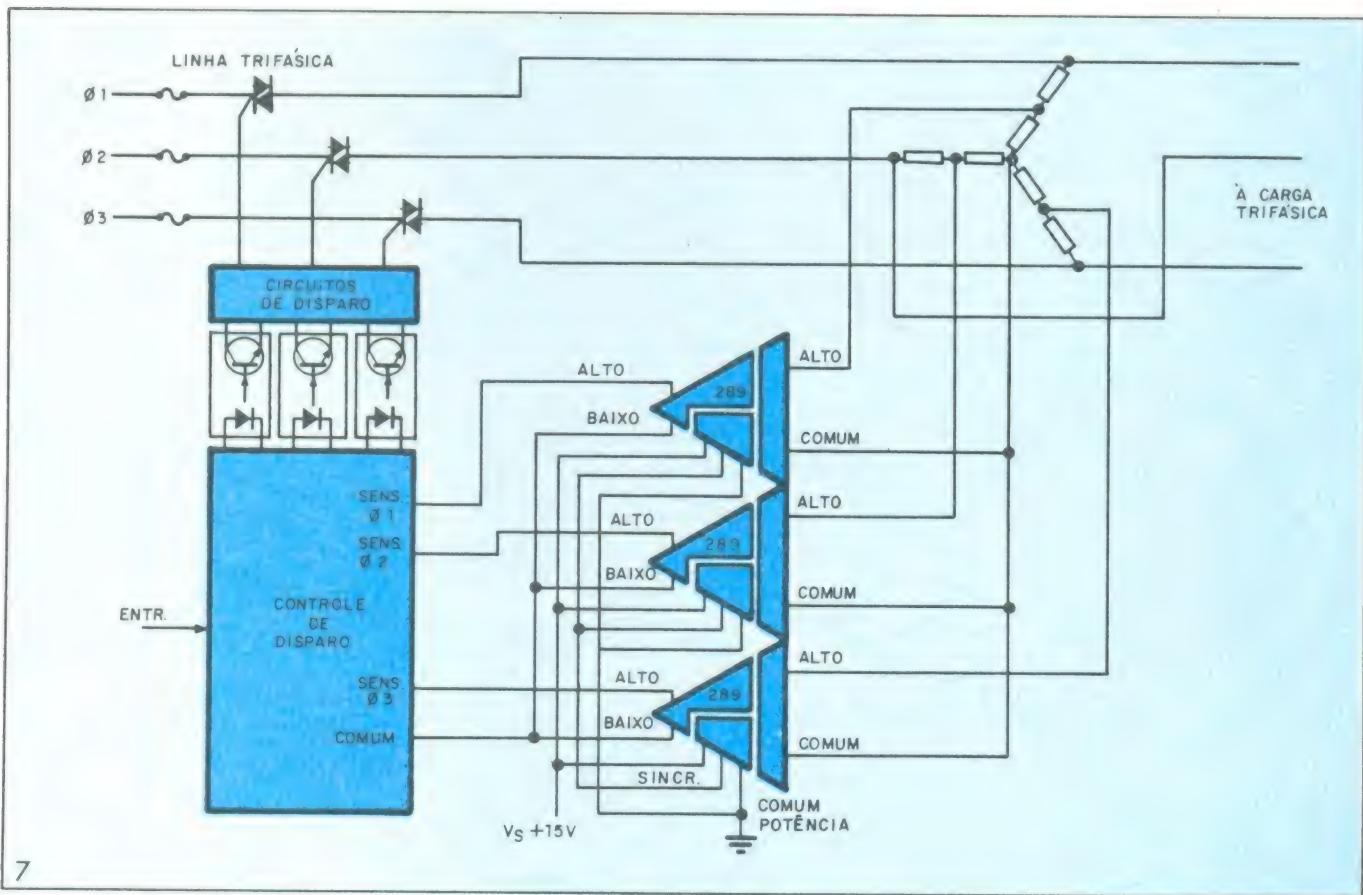
Comparação entre desempenhos de três tipos de amplificadores de isolamento

tipo de isolamento	largura de banda p/ pequenos sinais (kHz)	não-linearidade máxima de ganho (% de saída plena)	coeficiente ganho/temperatura máx. (% de saída plena/ $^\circ\text{C}$ )	coeficiente tensão offset/temperatura máx. ( $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ , G = ganho)
dois transformadores	15	0,01	0,005	$\pm 10 \pm 50/G$
acoplamento ótico	15	0,05	0,005	$\pm 5 \pm 450/G$
transformador único	30	0,05	0,006	$\pm 25 \pm 500/G$



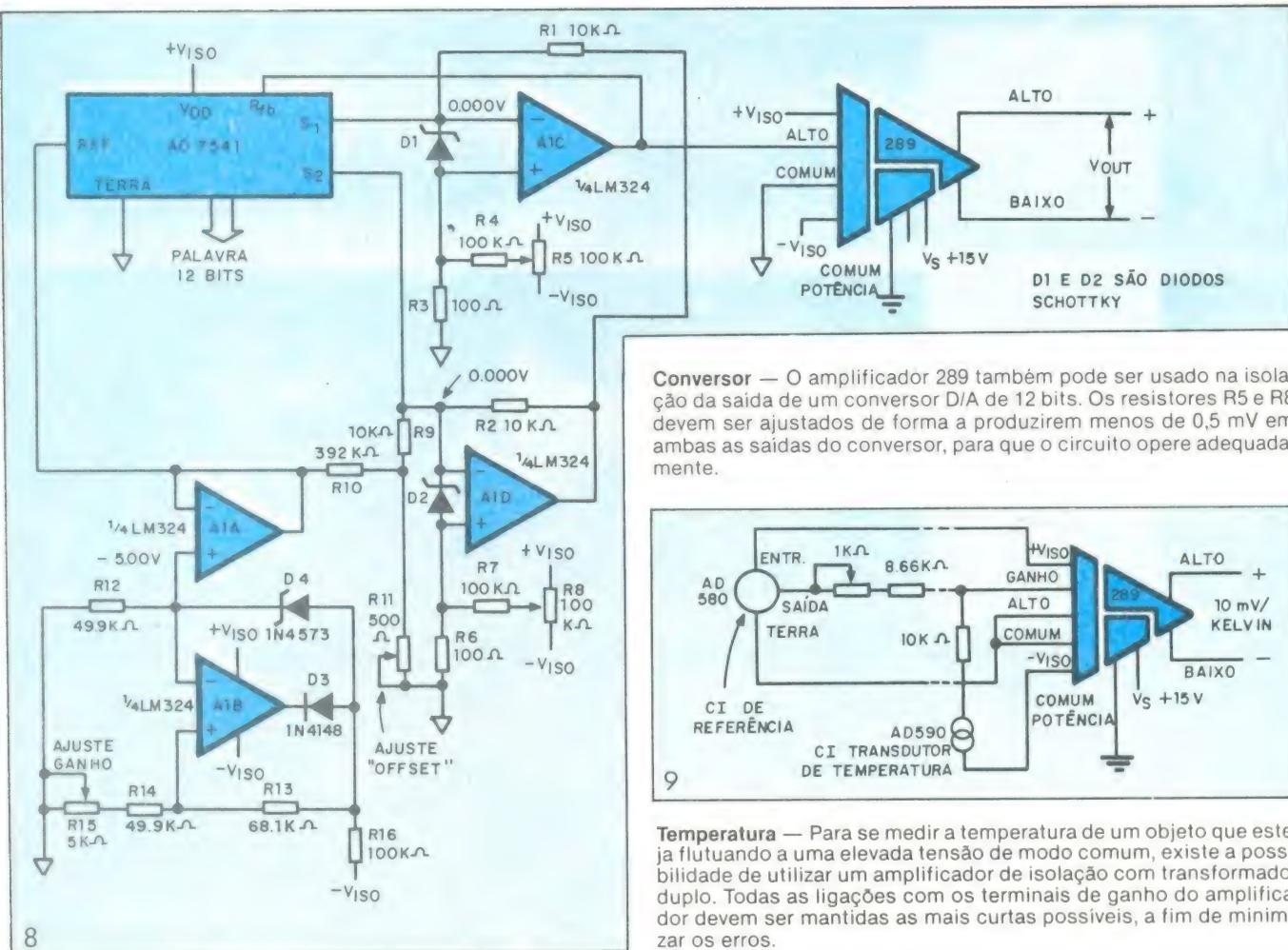
6

**Controle de motores** — O amplificador 289 apresenta uma gama bastante ampla e pouco deslocamento de fase, qualidades que o tornam ideal para utilização em controle de motores e cargas de corrente alternada. Neste caso, são utilizados dois isoladores, um para detectar a corrente do motor e outro para enviar informações sobre a tensão de armadura ao controlador.



7

**Três fases** — Três amplificadores de isolamento a dois transformadores podem ser usados num circuito de controle para cargas CA trifásicas. Cada amplificador detecta a tensão da linha, produz uma réplica da tensão percebida e fornece essa réplica ao circuito de controle de disparo.



dores. A saída de cada um deles é uma cópia perfeita da forma de onda da faixa detectada. As saídas dos amplificadores proporcionam a realimentação necessária ao correto acionamento dos TRIACCS pelo controle de disparo. Essas mesmas saídas podem excitar conversores RMS/CC, em aplicações similares de controle de cargas em CA.

Um detalhe de precaução com a utilização do circuito da figura 7: como os amplificadores isoladores acoplados a transformador são suscetíveis a campos magnéticos aplicados, convém colocá-los fora do alcance de campos espúrios de motores, transformadores e outras fontes de interferência magnética. Se isso não for observado, esses campos magnéticos poderão os sinais que atravessam os amplificadores de isolamento.

Na figura 8 vemos um amplificador isolador a transformação dupla proporcionando a um conversor de 12 bits uma tensão isolada de saída. Uma tensão de referência de -5 V é fornecida ao conversor pelos amplificadores A1a e A1b e seus circuitos associados. Nesse sistema, o valor fracionário de uma palavra digital de entrada

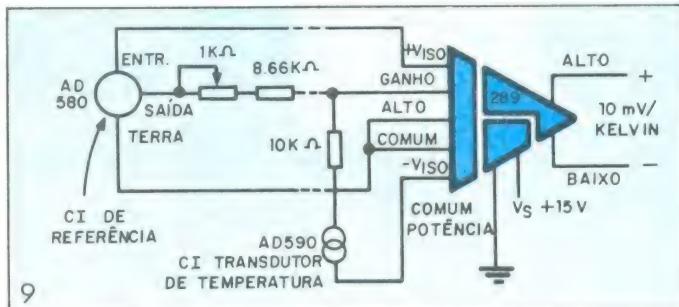
para o conversor fará com que uma fração proporcional de corrente flua pelo terminal OUT<sub>1</sub> de saída, enquanto a corrente restante do conversor flui pelo terminal OUT<sub>2</sub>. A corrente que flui para OUT<sub>1</sub> produz uma tensão positiva na saída do amplificador A1<sub>c</sub> e aquela que flui para OUT<sub>2</sub> faz o mesmo na saída de A1<sub>d</sub>, que, por sua vez, vai produzir uma tensão negativa na saída A1<sub>c</sub>. O sinal de saída deste último amplificador é reproduzido pelo amplificador de isolamento.

Para que o circuito da figura 8 trabalhe adequadamente, os resistores R5 e R8 devem ser ajustados de forma a produzirem menos de 0,5 mV em ambas as saídas do conversor D/A. O resistor R15 pode ser usado no ajuste do ganho, enquanto R11 tem utilidade no ajuste do offset de saída, entre um código binário de entrada igual a 10000000000000 e outro igual a 0. A operação do circuito é bipolar, com uma variação de  $\pm 5$  V.

#### Medindo temperaturas flutuantes

Um amplificador isolador com dupla transformação também pode ser usado em situações em que é preciso medir a temperatura de um objeto que

**Conversor** — O amplificador 289 também pode ser usado na isolação da saída de um conversor D/A de 12 bits. Os resistores R5 e R8 devem ser ajustados de forma a produzirem menos de 0,5 mV em ambas as saídas do conversor, para que o circuito opere adequadamente.



**Temperatura** — Para se medir a temperatura de um objeto que esteja flutuando a uma elevada tensão de modo comum, existe a possibilidade de utilizar um amplificador de isolamento com transformador duplo. Todas as ligações com os terminais de ganho do amplificador devem ser mantidas as mais curtas possíveis, a fim de minimizar os erros.

possua flutuar a uma elevada tensão de modo comum, como se vê na figura 9. O amplificador de isolamento, no caso, proporciona uma saída com referência ao terra.

No circuito da figura 9, o sensor de temperatura drena uma corrente de -1 uA por grau Kelvin, corrente que flui a partir do terminal de ganho do amplificador isolador, gerando uma tensão de +10 mV/K sobre o resistor interno de realimentação do amplificador. Essa tensão aparece então na saída do próprio amplificador.

Para uma saída de 10 mV/°C, pode-se empregar o circuito com ligações tracejadas. Nesse caso, uma corrente de +273 uA é fornecida ao resistor de 8,66 Kohms e ao potenciômetro de 1 kohm, cancelando assim a corrente do sensor de temperatura a 0°C (273°K). Com isto, temos 0 mV na saída do amplificador a 0°C.

Para uma operação adequada do circuito da figura 9, todas as conexões com os terminais de ganho do amplificador devem ser as mais curtas possíveis.

tradução: Juliano Barsali

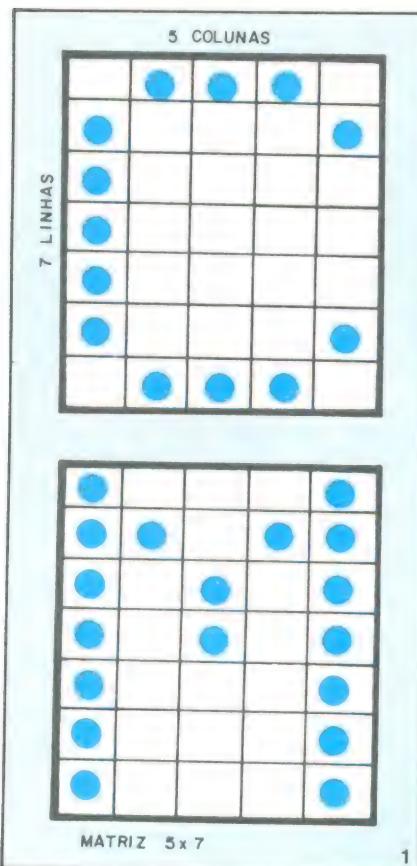
© - Copyright Electronics International

# AS IMPRESSORAS DA ERA DO PROCESSAMENTO DE DADOS

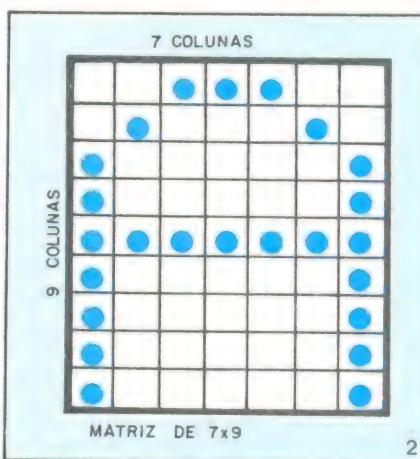
Leonardo Bellonzi

O rápido desenvolvimento dos microprocessadores forçou, nos últimos anos, os fabricantes de impressoras a descobrir ou redesenvolver meios para transferir ao papel os dados tão rapidamente processados pelos micros. Irei descrever, neste e nos próximos artigos, alguns dos tipos de impressora mais populares ou mais interessantes, tais como as impressoras de ponto ou impacto (*dot matrix impact printer*), as impressoras tipo margarida (*daisy wheel printer*), as impressoras de tipos (máquinas de escrever com marteletes ou esferas), as de ponto térmico e eletrostático e as de jato de tinta (*ink jet printer*).

Examinaremos primeiramente as impressoras de ponto ou impacto, porque além de serem muito populares, seu princípio de operação ou formação dos caracteres é comum às impressoras térmicas, eletrostáticas e até aos *displays* de raios catódicos. Esse princípio é muito simples: forma-se o caractere ou o símbolo desejado preenchendo os espaços convenientes de um retângulo quadriculado (figura 1), chamado de "matriz".

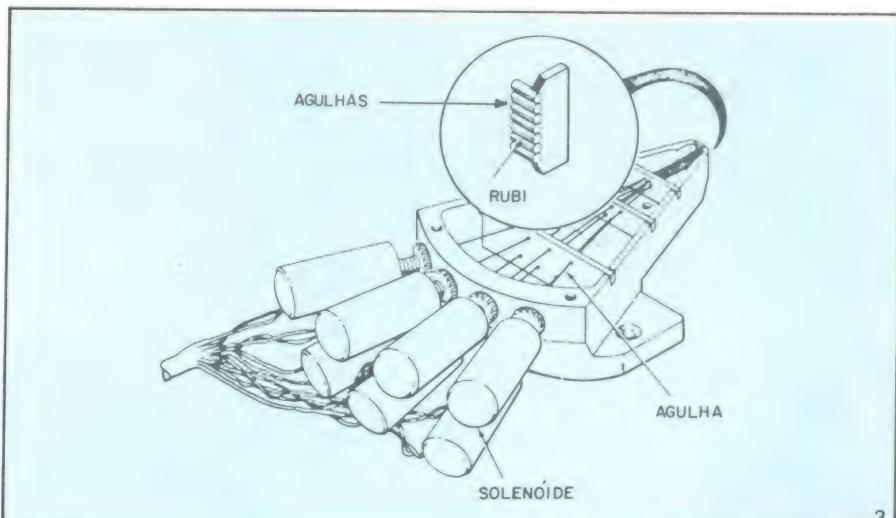


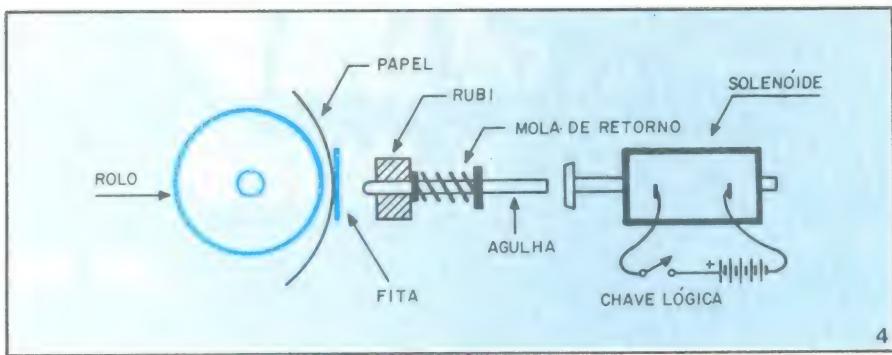
É claro que o caractere assim formado não é muito bonito, mas pode ser melhorado utilizando-se uma matriz mais densa, formada por sete colunas e nove linhas, por exemplo (Figura 2). Esta matriz ampliada tem a vantagem



de permitir a escrita de letras minúsculas mais legíveis. A qualidade da impressão continua precária, mas é evidente que quem desenvolveu esse sistema tinha outro objetivo como prioridade. Qual era esse objetivo? Velocidade, é claro!

Com um sistema assim, pode-se alcançar velocidades cinco a quinze vezes superiores às de uma máquina de escrever comum. Se isto não lhe parece grande coisa, pense num serviço típico de computador, como o de emitir a listagem de um estoque com 8000 itens (caso bastante comum), calculando que cada ítem precisa de 120 caracteres impressos, em média; essa listagem, portanto, requer 960 000 caracteres que, ao ritmo de 10 caracteres por segundo de uma máquina de escrever, tomariam 96 000 segundos ou mais de um dia para serem impressos. O mesmo serviço, feito por uma moderna impressora de ponto, leva cerca de 2 horas!





4

Vejamos agora como operam as impressoras de ponto (também chamadas "matriciais" ou "de agulha"). Na figura 3 podemos ver uma típica cabeça para impressoras de ponto. Nela você encontra mais tecnologia do que pensa, pois é resultado do esforço dos projetistas para conciliar duas necessidades conflitantes: durabilidade e velocidade.

A figura 4 nos facilita o trabalho de compreender como funcionam as agulhas da cabeça. Observe que o solenoíde impulsiona a agulha, que, guiada pelo rubi, dirige-se de encontro à fita (similar à fita de máquina de escrever, porém mais resistente) e a compri-me contra o papel, produzindo assim um ponto.

Observe, também, que cada agulha é lançada contra o papel por um so-

lenóide, sempre que este recebe um pulso de corrente. Para evitar que a ponta da agulha perfure o papel ou seja danificada pelo impacto, o solenoíde só imprime uma aceleração inicial a ela, deixando que chegue até o papel por inércia (este sistema é conhecido por *ballistic head* — ou cabeça balística — e é um aperfeiçoamento bastante recente das impressoras a ponto).

Para compor uma linha inteira de letras "T", por exemplo, a primeira agulha de uma cabeça impressora de 80 colunas e matriz de  $5 \times 7$  deverá bater  $5 \times 80 = 400$  vezes. Se a impressora operar ao ritmo de 80 caracteres por segundo, essas 400 batidas ocorrerão em apenas 1 segundo, o que quer dizer que em uma hora essa agulha terá que bater  $400 \times 3600 = 1440000$  vezes. Este é um exemplo ex-

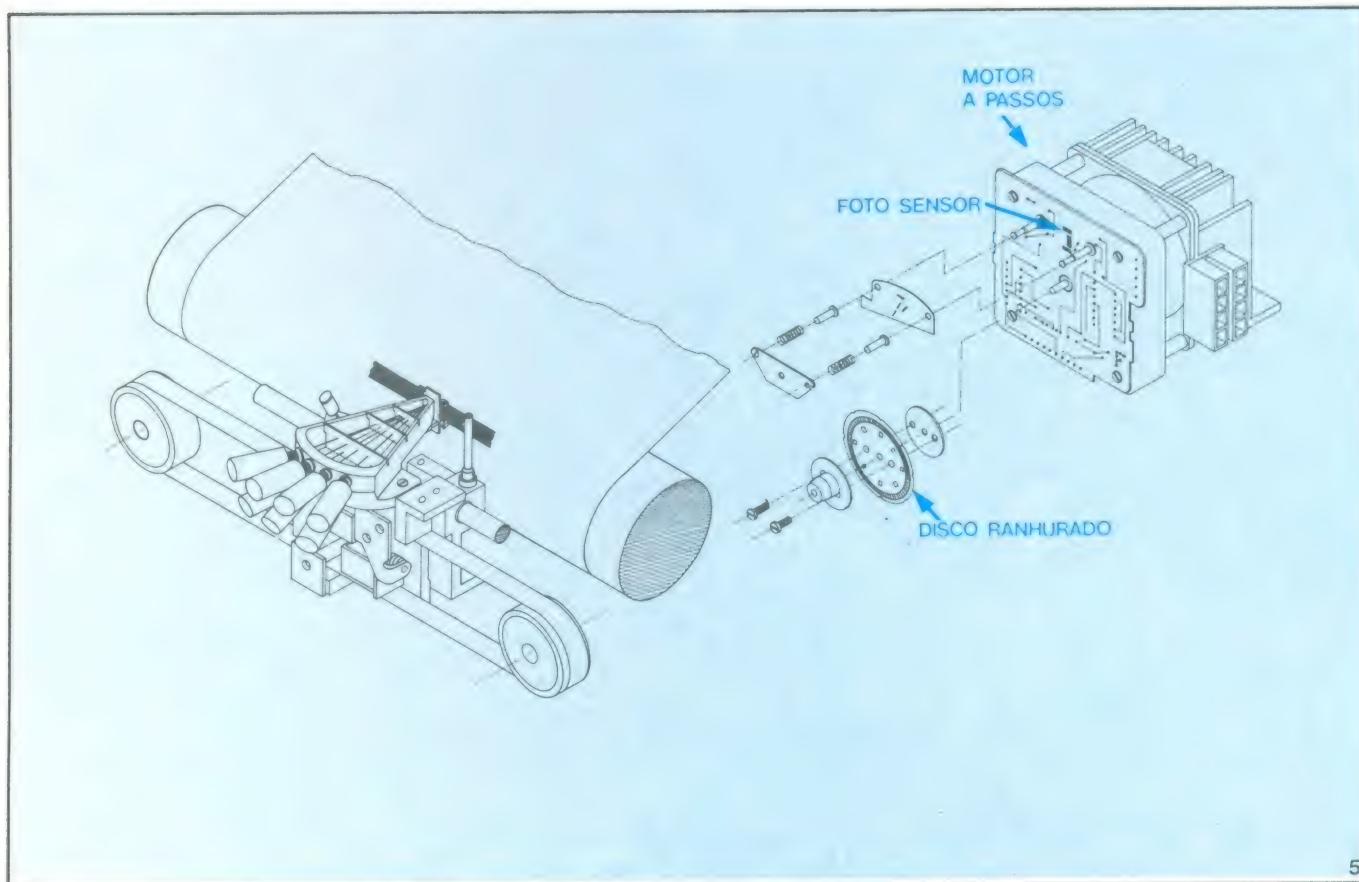
tremo, mas torna evidente a grande carga de trabalho que as agulhas devem suportar; tão grande, na verdade, que os fabricantes recorreram a agulhas de tungstênio e pentes de rubi, a fim de alcançar os 300 milhões de batidas de vida útil.

Examinando agora a figura 5, que mostra o mecanismo de transporte da cabeça de impressão, é fácil entender como ocorre o mecanismo de impressão de caracteres:

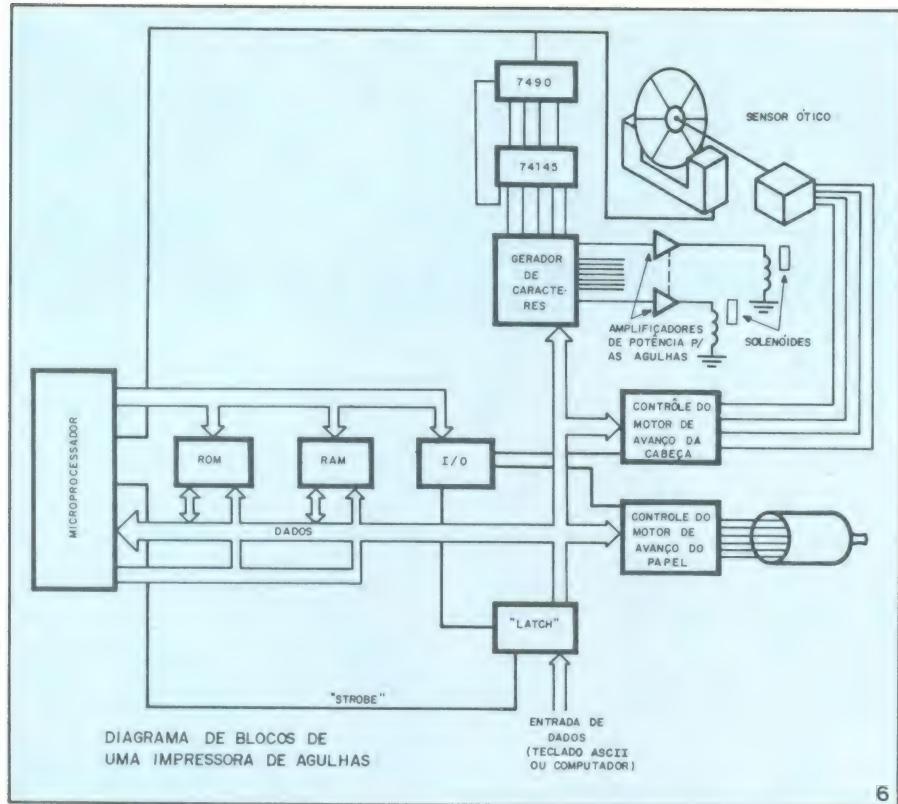
O motor a passos comanda uma correia, que por sua vez arrasta a cabeça das agulhas ao longo do cilindro do papel. Esse movimento é feito com velocidade constante e é referenciado por meio de um disco ranhurado e um foto-sensor. Desse modo, cada impulso do foto-sensor indica que a cabeça está alinhada e pode listar uma coluna.

Se a eletrônica for devidamente projetada, a cabeça poderá imprimir tanto na ida como na volta, ganhando assim o dobro de velocidade de impressão e eliminando os tempos morto.

Pelo desenho da figura 5 conclui-se que, no fundo, uma impressora de agulha é mais simples que uma máquina de escrever elétrica. As partes móveis foram reduzidas ao mínimo, e na cabeça pouca coisa há para exigir reparos. Infelizmente, porém, a operação deste tipo de máquina exige uma



5



6

guardar os caracteres e comandos enviados pelo teclado ou pelo computador em forma de pulsos. Depois, deve enviar esses dados todos aos dispositivos eletromecânicos da impressora (solenóides das agulhas, motor passo a passo para avanço da cabeça, motor de avanço do papel, etc.), na seqüência e temporização corretas.

Pelo volume de dados e complexidade das decisões, controlar uma impressora de agulhas é tarefa para microprocessadores (aliás, um dos fatores que contribuiram para a redução dos custos dessas impressoras). Os grandes fabricantes empregam microprocessadores dedicados, enquanto os menores utilizam os processadores comuns que, apesar de mais caros, são mais convenientes quando os volumes produzidos são reduzidos.

Podemos voltar, agora ao diagrama de blocos da figura 6. Observe que os dados adentram o controlador em paralelo, sendo primeiramente guardados num *latch*. Quando isso ocorre, a linha ST (*strobe*) informa o processador sobre a presença de dados no *latch*. Caso o processador esteja ocupado nesse momento, ele primeiro completa a tarefa em curso, e só de-

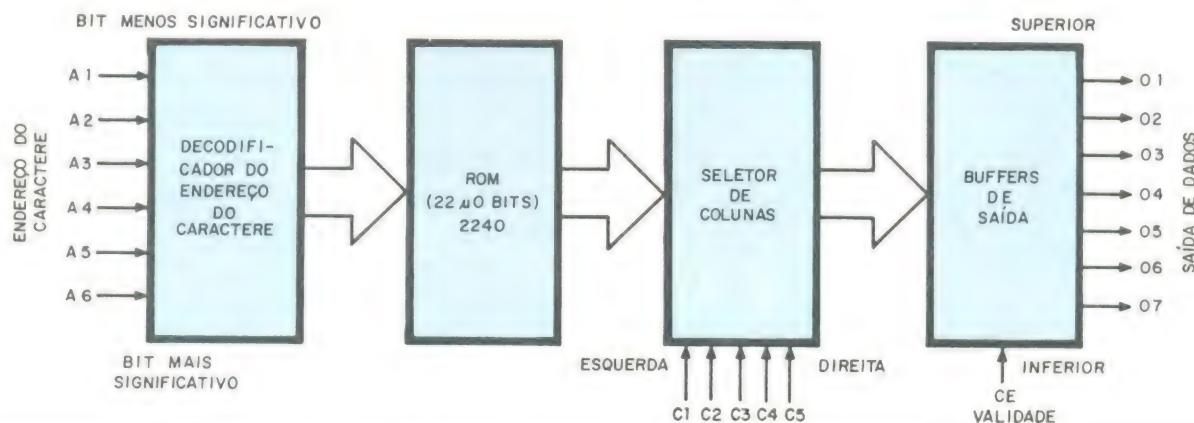
### Estrutura de um gerador de caracteres

Em uma impressora de tipos convencional, a cada caractere corresponde, no máximo, três dados. Assim, se quisermos imprimir a letra "a", bastará enviar o comando correspondente; se o "a" for maiúsculo, os comandos serão dois e, se a impressão for em vermelho, deverá existir um terceiro comando.

Nas impressoras de agulhas, por sua vez, os dados perfazem um total de 35 (5 × 7), ou mais, dependendo da matriz adotada. Esses 35 dados devem ser entregues às agulhas impressoras sob a forma de 5 colunas de 7 pontos cada, começando da primeira coluna da esquerda ou da direita, conforme o caso.

Para executar tal função, sem que fosse preciso recorrer a vários integrados padronizados, foram desenvolvidos os chamados **geradores de caracteres**, cuja estrutura interna segue, em geral, o esquema exibido na figura. Sua entrada, como que se vê, é constituída de um decodificador de endereços com 6 linhas, que permite a escolha de um entre os 64 caracteres armazenados na memória ROM. Essa memória pode conter caracteres de qualquer alfabeto, além de vários símbolos especiais.

Logo à frente da ROM existe um seletor de colunas com 5 entradas de comando, para controlar a seqüência de impressão. Por fim, um *buffer* de saída, dotado de uma linha de validação (CE), utilizada para manter o sincronismo.



eletrônica bem complexa. Na figura 6 foi esboçado um diagrama simplificado de uma impressora a pontos, para ilustrar como a eletrônica comanda a mecânica nesse tipo de máquina.

Antes, porém, de examinarmos

mais a fundo o diagrama de blocos, seria bom ver quais as funções que a eletrônica, ou, melhor dizendo, o controlador da impressora (*printer controller*) deve executar. Suas primeiras tarefas consistem em aceitar, interpretar e

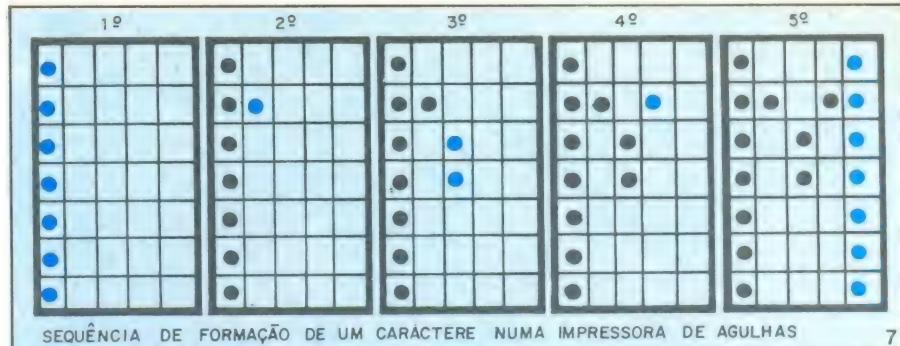
pois retira os dados alojados no *latch*, para armazená-lo na memória RAM do sistema; essa operação requer apenas 20 ou 30 microsegundos, o que lhe dá tempo de sobra para ser executada enquanto as agulhas imprimem uma co-

luna do caractere anterior que toma um tempo de 600 µs, em média).

Vamos imaginar, agora, que a cabeça tenha acabado de imprimir um caractere esteja prestes a iniciar uma nova impressão; o processador, então, retira os dados da memória RAM e os envia ao gerador de caracteres (veja o quadro "Estrutura de um gerador de caracteres"). Este dispositivo, por sua vez, transfere os dados, já convertidos, apenas às agulhas necessárias à impressão da primeira coluna do caractere. Um sensor ótico indica o instante exato em que essa transferência deve ocorrer, a fim de assegurar o correto posicionamento dos pontos no papel. Isso ocorre porque o disco ótico tem suas marcas separadas de forma que seja liberado um pulso a cada deslocamento de 0,5 mm da cabeça impressora (ou seja, 2,54 mm do caractere dividido por 5).

Além disso, o pulso do sensor incrementa o contador 7490 e o decodificador 74145, que vão instruir o gerador de caracteres a procurar a segunda coluna de dados. O processo se repete, ao todo, por 5 vezes, como se vê na figura 7.

Enquanto isso, o processador é informado, pelo sensor ótico, de todos os movimentos da cabeça impressora, podendo assim controlar todo o sistema, fazendo-o trabalhar sincronizado. Assim, por exemplo, depois da quinta



7

sequência de dados de um caractere, ele conta mais dois pulsos, a fim de deixar espaço entre caracteres e vai retirar da memória RAM os dados correspondentes ao caractere que vai entrar em seguida. Por meio dos pulsos do sensor ótico, o processador é capaz de comandar o deslocamento da cabeça quanto o programa exigir, para depois fazê-la voltar à posição anterior (normalmente, o tamanho da cabeça impede a leitura dos últimos caracteres impressos; para evitar esse inconveniente, muitas impressoras têm mais um comando de deslocamento).

A contagem dos pulsos efetuada pelo processador permite-lhe perceber quando chega o fim de uma linha, e assim liberar o comando de "avanço do papel". E, em certas impressoras, além das tarefas descritas, o proces-

sador deve controlar a impressão nos dois sentidos, quer dizer, eliminar os tempos mortos durante o retorno da cabeça ao começo da linha seguinte. Nesse caso, os dados devem, é claro, ser tirados da memória na ordem correta e o contador do gerador de caracteres deve inverter a ordem de impressão das colunas.

Para concluir esta breve descrição do circuito das impressoras de agulhas, é conveniente lembrar que os dados que deixam o gerador de caracteres são enviados a amplificadores de alto ganho, já que a corrente que passa pelos solenóides de impulsão das agulhas oscila entre 3 e 6 ampères. Nessa função, aliás, os transistores Darlington estarão sendo substituídos pelos dispositivos MOS de potência (VMOS, HEXAMOS, etc.).

# fast1

## -um microcomputador versátil

O FAST 1 adapta-se a qualquer equipamento que necessite de um controle elaborado. A BVM está à disposição para assessoria, projetos, montagens, industrialização ou serviços que envolvam microprocessadores. Escreva-nos explicando suas idéias que teremos prazer em atendê-los.

**FAST 1** Programa Monitor, 4 KBytes de EPROM 2716, 1 1/4 KBytes de RAM, 22 linhas bidirecionais TTL, Timer programável, Display de 6 dígitos e 8 leds, 20 teclas, Entrada/Saída série com modulador cassete, facilmente expandido, documentação completa.

#### ACESSÓRIOS PARA O FAST 1

Fonte para o FAST 1: F501

Protegida, filtros eficientes.

Interface série IS01

Converte nível TTL à RS232C ou loop de corrente e vice-versa.

Placa de memória adicional PM01 (\*)

Comporta até 32 KBytes de RAM, em módulos 8 KBytes. Adapta-se diretamente ao FAST 1 ou indiretamente em outros sistemas baseados no 8085

Fonte para IS01: F121

Fontes para a interface RS232 ou loop de corrente.

Terminal de video TT01 (\*\*)

Com 32 colunas/16 linhas, scrolling, comunicação série ASCII, teclado com 52 teclas. Usa como vídeo um televisor comercial.

#### SOFTWARE

A BVM oferece total assessoria em software, desde o desenvolvimento de programas até gravação de EPROM's e cassetes.

Opcionalmente oferecemos um compilador BASIC para aplicações mais sofisticadas.

Gravador de EPROM's GV01

PARA memórias 2716, inclui uma ROM com programas de gravação, verificação e relocação. Cada 2716 tem capacidade de 2 KBytes.

#### Apagador de EPROM's AE01

Apaga qualquer EPROM ultra-violeta.

Fonte para GV01 F251

Fonte de 25 V, 50 mA.

Placa de Wire-Wrapp PW01

Com facilidades para o FAST 1, vários chips de diferentes pinagens, conector para o FAST 1 e área livre.

(\*) Disponível em Fevereiro de 81

(\*\*) Disponível em Março de 81

#### COMO COMPRAR O FAST 1

- Nas boas lojas do ramo
- Reembolso VARIG: Envie carta à BVM anexando seu pedido
- Cheque Visado: Envie cheque visado pagável em São Paulo em nome da BVM equipamentos e projetos Ltda. Anexar o pedido e meio de transporte desejado
- Vale Postal: Envie um vale postal (pode ser adquirido em qualquer agência do correio) em nome da BVM equipamentos e projetos Ltda. Anexe o pedido e o meio de transporte desejado.

**OBSERVAÇÕES:** Escreva à BVM ao efetuar o pedido, fornecendo com clareza todos os dados necessários. O transporte de mercadoria corre por conta e risco do cliente.

Preços:	Em kit	Montado e testado
FAST 1	34.000,00	40.000,00
GV01	8.500,00	10.000,00
AE01	5.500,00	6.500,00
PW01	1.000,00	—
F501	2.400,00	2.900,00
IS01	2.200,00	2.600,00
PM01	11.000,00	13.000,00
F121	2.200,00	2.600,00
TT01	59.000,00	70.000,00
F251	1.000,00	1.200,00



Caixa postal 6544  
CEP 01000 - São Paulo

# PRÁTICA EM TÉCNICAS DIGITAIS

## 24º lição

### Modos de Operação dos Contadores Digitais

Os contadores digitais podem operar de várias maneiras, cada uma delas permitindo um tipo diferente de medição de tempo e freqüência. O modo de operação mais comumente utilizado é a medição de freqüência. Muitos contadores destinam-se apenas a realizar esta função. Outros são mais flexíveis e permitem uma variedade de medições de tempo e freqüência. Tais contadores são largamente usados em laboratórios de testes e desenvolvimento de aplicações. Nesta lição analisaremos alguns dos modos mais comuns de operação dos contadores digitais.

#### Modo totalizado

A forma mais simples de operação para um contador digital é o modo totalizado. Trata-se de um modo de contagem de eventos onde os pulsos que aparecem na entrada são contados, a soma é acumulada no contador depois mostrada. A figura 1-24 mostra as interligações no contador para o modo totalizado. Os eventos elétricos a serem contados são aplicados ao circuito de entrada. A saída do circuito de entrada é conectada à entrada de contagem da porta. Um botão no painel frontal serve para o **reset** do contador e para zerar o mostrador. Enquanto ocorrem sinais na entrada, eles serão contados e o total mostrado.

Em alguns contadores a entrada de controle de contagem da porta pode ser liberada ou inibida por um pulso externo. O modo totalizado constitui-se num meio bem simples de contar ou manter o registro dos eventos de entrada que ocorrem. Neste modo a secção da base de tempo do contador não é utilizada.

Um exemplo de aplicação para o contador no modo totalizado ilustrará mais claramente sua operação. Considere a situação numa indústria onde se deseja contar o número de itens transportados por uma esteira. Como produtos saídos de uma linha de produção eles são colocados sobre uma esteira de transporte separados por uma certa distância fixa. Em um ponto onde caem da esteira eles passam entre uma fonte de luz e uma fotocélula. A fotocélula é ligada ao circuito de entrada do contador. Quando um produto passa entre a fonte de luz e a fotocélula, ele interrompe o feixe de luz. A fotocélula gera então um pulso de entrada que é usado para incrementar o contador. O contador é assim incrementado a cada unidade que passa pela fotocélula. Utilizando o contador dessa maneira, um registro preciso do número de unidades saídas da linha de produção é mantido. Desse modo, o contador automatiza a função de contagem eliminando o

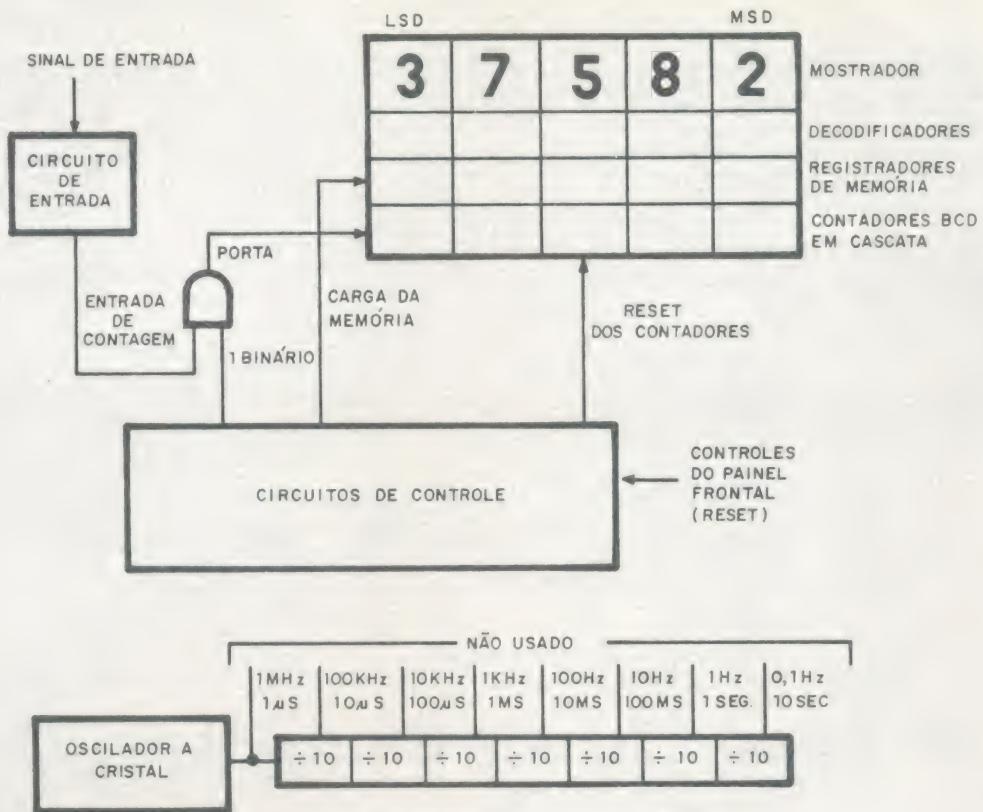
tempo, o esforço e o erro de um operador humano.

#### Medição de freqüência

A função contadora mais difundida é a medição de freqüência. A configuração do circuito contador para a medição de freqüência é dada na figura 2-24. O sinal cuja freqüência se deseja medir é aplicado ao circuito de entrada. A saída deste circuito é então aplicada à entrada de contagem da porta. A entrada de controle para a porta é um pulso derivado da base de tempo. Para desempenhar a medição de freqüência, a entrada de controle a entrada de controle para a porta deve ser um intervalo de tempo bem preciso. Por exemplo, se a entrada de controle for um pulso de exatamente um segundo de duração, o contador deverá registrar o número de pulsos de entrada ou ciclos que ocorrem durante esse intervalo de um segundo em que a porta está liberada. Isso fará o **display** ler a freqüência em ciclos ou pulsos por segundo. Supondo um pulso de controle de um segundo no contador da figura 2-24, a freqüência mostrada no **display** é de 28573 Hz. O pulso de um segundo para a entrada de controle da porta provém da saída de 1 Hz da base de tempo.

Freqüências maiores podem ser medidas e lidas no mesmo **display**,

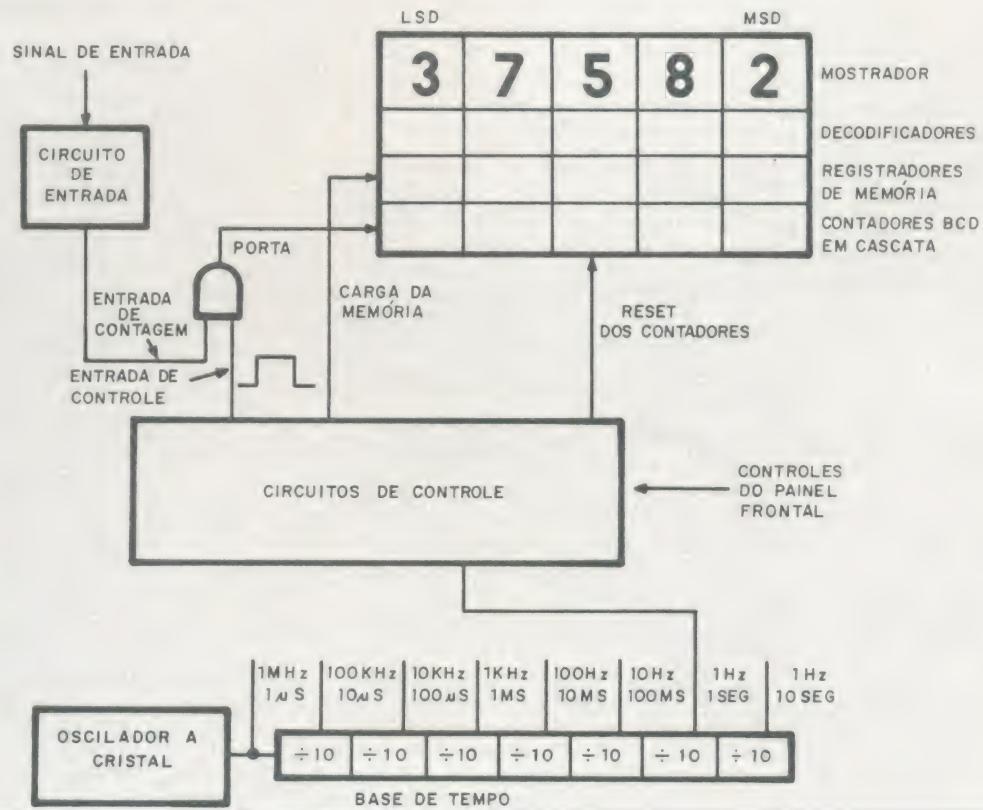
CONTADOR DECIMAL  
E MOSTRADOR



1-24

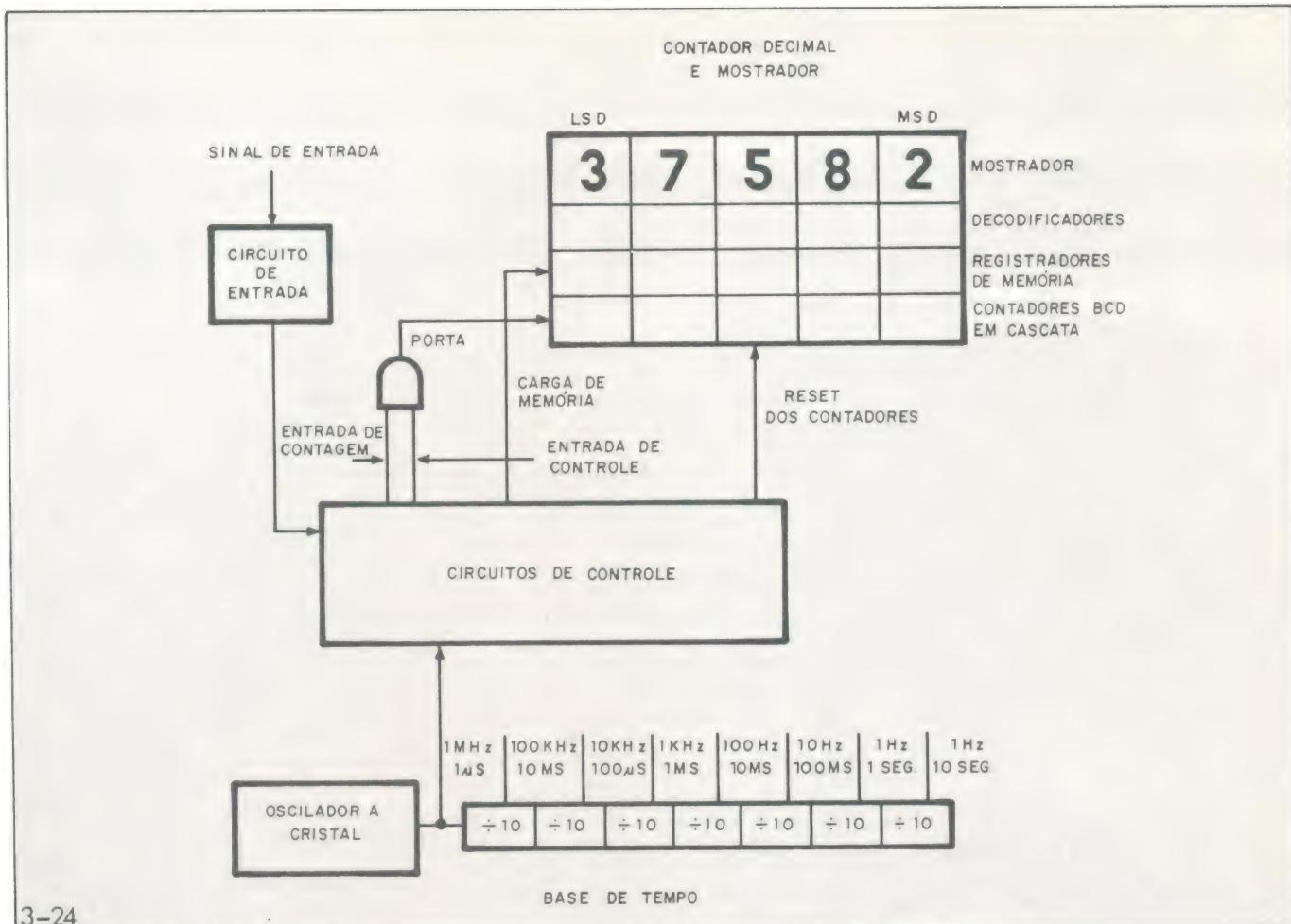
BASE DE TEMPO

CONTADOR DECIMAL  
E MOSTRADOR



2-24

BASE DE TEMPO



3-24

usando uma entrada de controle da porta com menor duração. Por exemplo, utilizando um pulso de controle com 1 ms de duração, o **display** lerá a freqüência em quilohertz (kHz). O contador conta o numero de pulsos de entrada que ocorrem em um milissegundo. Supondo um pulso de um milissegundo para o circuito da figura 2-24, a freqüência medida pelo contador será indicada pelo **display** como 28573 kHz ou 28,573 MHz. Se o contador conta 28573 pulsos em um milissegundo, então o numero de pulsos que ocorre em um segundo é  $28573 \times 1000 = 28573000$  Hz ou 28,573 MHz. O pulso de 1 milissegundo vem da saída de 1 kHz da base de tempo. Outras freqüências da base de tempo podem ser usadas para gerar alguns intervalos de controle multiplos de dez.

A seleção da freqüência da base de tempo determina a resolução da medição e como a freqüência é mostrada. Em alguns contadores a freqüência da base de tempo é selecionada por uma chave rotativa ou uma série de botões. Tornando disponível um grande numero de freqüências na base de tempo, uma maior flexibilidade é alcançada. Mas, uma ótima resolução bem como uma larga faixa pode

ser conseguida utilizando apenas duas freqüências para a base de tempo: 1 Hz e 1 kHz. Muitos contadores vêm com uma chave de duas posições para a seleção destas duas bases de tempo. Quando mudamos a freqüência da base de tempo, o ponto decimal no **display** é comutado para a posição apropriada a fim de fornecer a leitura correta da freqüência.

Alguns contadores apresentam a característica de seleção automática de faixa (**auto-range**). Nesse caso a seleção da base de tempo é feita automaticamente, em função da freqüência do sinal de entrada. O circuito de **auto-range** determina automaticamente a freqüência correta da base de tempo para a máxima resolução da medida sem "estourar" a faixa. Esses "estouros" referem-se a sobrecargas na capacidade de contagem do aparelho. O numero de dígitos num contador determina o ponto de sobrecarga para uma certa base de tempo. São comuns contadores com cinco e seis dígitos.

#### Medição de período

Outra função muito utilizada dos contadores é a medição de períodos.

Neste modo de operação o contador mede e mostra o tempo que o sinal de entrada leva para completar um ciclo. A figura 3-24 mostra o arranjo do contador para este modo de operação. O sinal de entrada depois de adaptado é aplicado ao circuito de controle. O circuito de controle permite que o sinal de entrada opere a entrada de controle da porta. Uma das saídas da base de tempo é então ligada à entrada de contagem da porta através do circuito de controle.

O circuito de controle inicialmente zera o contador. Depois, a porta é aberta ou liberada por um período do sinal de entrada. Durante este intervalo o contador é incrementado pelo sinal da base de tempo. Como você poder ver pela figura 3-24, ele conta os pulsos de 1 MHz da base de tempo. De acordo com o mostrador da figura 3-24, o período ( $t$ ) do sinal de entrada neste exemplo é 28573 microssegundos. Isso corresponde a uma freqüência de  $f = 1/t = 1/28573 \times 10^{-6} = 43,9$  Hz. O circuito de controle geralmente faz com que a medição do período seja feita repetidamente enquanto o sinal de entrada for aplicado.

O objetivo do modo período é proporcionar um meio de medição e apre-

sentação do tempo necessário para um sinal complementar um ciclo. Porém, a maior vantagem do modo período é possibilitar medição de sinais de baixa freqüência com precisão e resolução. É difícil obter uma medição altamente precisa de sinais de baixa freqüência com a maior parte dos contadores. Por exemplo, na medição da freqüência de 60 Hz da rede com um contador cujo tempo da porta é 1 segundo, a contagem mostrada por esse contador deveria ser 60. Uma vez que o dígito menos significativo é 1 Hz, então a resolução da medida não é melhor que 1 em 60. Esta não é uma medição muito precisa da freqüência da rede e alguns recursos devem ser providos para melhorar a resolução. Há algumas maneiras de aumentar a precisão das medidas de baixa freqüência. O meio mais direto é ampliar o intervalo de medição, o que significa aumentar a duração do pulso da porta no modo freqüência. Por exemplo, o pulso pode ser feito igual a 10 segundos. O contador deverá contar então o numero de ciclos do sinal de entrada que ocorre no intervalo de dez segundos. O **display** indicará 600 para uma entrada de 60 Hz. Em outras palavras, o dígito menos significativo indicará décimos de um ciclo, ao invés de um ciclo. Aumentando o intervalo de tempo, proporcionamos melhor resolução à medida. A desvantagem, é claro, é o tempo gasto para a realização da medição. Embora 10 segundos não pareçam um intervalo muito longo, para uma medição eletrônica é um tempo extremamente grande. É uma desvantagem evidente ter de esperar todo este tempo para a realização da medida. Outro exemplo, uma elevação no tempo da porta para 100 segundos possibilitará uma melhora na resolução e portanto na precisão ainda maior. Mas o tempo da medição será também consideravelmente acrescido.

Assim, para aperfeiçoar a resolução e a precisão das medições de freqüência com valores baixos, podemos usar o modo período. O período do sinal de entrada é medido rapidamente e proporciona uma maior resolução. O período da freqüência de 60 Hz da linha é 16,667 ms. Contando o numero de pulsos de 1 MHz da base de tempo que ocorrem durante esse período, o **display** lerá 16666. Então, fazendo o inverso do período, temos a freqüência. Esse método de medição é muito mais rápido e preciso que o da medição direta da freqüência. Entretanto, a medição do período requer o cálculo da freqüência, em seguida, uma vez que essa operação não é feita. Isso você faz rapidamente com uma calculadora eletrônica.

Há muitas situações em que é desejável obter uma medida altamente

precisa de algum sinal alterando de baixa freqüência. As aplicações no campo de áudio que envolvem filtros e instrumentos musicais usualmente requerem medições precisas de freqüências baixas. Na geofísica e nos testes vibratórios de equipamentos também é comum a necessidade de medição precisa de baixas freqüências. O modo período de um contador comum pode possibilitar isso. Mas, para aumentar a conveniência de leitura, contadores especiais de baixa freqüência foram desenvolvidos. São instrumentos computadorizados destinados principalmente à realização de medidas precisas nas baixas freqüências. Eles operam no modo período, mas, uma vez medido o período, computam automaticamente a freqüência e mostram-na diretamente. Muitos contém circuitos integrados MOS LSI ajustados para realizar automaticamente essa operação de cálculo período-freqüência. Para o operador, enfim, parecem estar medindo a freqüência diretamente. Alcançam resoluções de 0,00001 Hz. Para que você tenha uma idéia, a obtenção dessa mesma resolução com um freqüencímetro comum exigiria um período da porta superior a 27 horas.

Um maior aperfeiçoamento na resolução e na precisão das medidas de baixa freqüência pode ser conseguido com a medição multipla de período. Neste modo de operação, os pulsos da base tempo são contados para uma duração igual a algum múltiplo do período do sinal de entrada. Isso se faz colocando o sinal cujo período se quer medir um divisor de freqüência que produz divisões por 10, 100, 1000 ou potências de 10 maiores. Isso faz o circuito de controle gerar um intervalo de porta igual a 10, 100, 1000 ou mais vezes o período do sinal da entrada. O contador conta os pulsos vindos da base de tempo durante este intervalo. O objetivo é produzir uma medição proporcional do período. Por exemplo, se o sinal de entrada foi aplicado a um circuito divisor por 100, o contador acumulará pulsos por um período igual a 100 vezes o período do sinal. O tempo real para um ciclo deverá ser igual ao número mostrado dividido por 100. Em alguns contadores um modo especial de período proporcional é incluído. O mostrador do contador lê o período diretamente pelo simples deslocamento do ponto decimal o numero correto de posições para compensar o intervalo de período selecionado.

#### Medições de intervalo de tempo

O modo de medição de intervalo de tempo de um contador digital é uma variação do modo período. Nesta aplicação, a entrada de contagem da

porta deriva da base de tempo. A resolução da medição do intervalo de tempo é determinada pela freqüência da base de tempo. Por exemplo, com um sinal de 1 MHz da base de tempo, a precisão ou resolução da medida é de 1 us. A resolução do tempo é o inverso da freqüência da base de tempo ( $t = 1/f$ ). À entrada de controle da porta é aplicado um sinal que determinará o tempo em que a porta fica aberta. Este sinal pode vir de várias fontes, dependendo da aplicação. Uma aplicação pode ser a medição da largura de um pulso. O sinal cuja largura de pulso se quer medir é aplicado à entrada do circuito. Ele faz com que a porta seja liberada por um período de tempo igual à duração do pulso. Durante este intervalo o contador contabiliza os pulsos da base de tempo. O mostrador apresenta diretamente a duração do pulso.

O contador pode também ser utilizado para medir o intervalo entre a ocorrência de dois eventos independentes. Nas corridas de **dragsters**, muito comuns nos Estados Unidos, temos um exemplo típico dessa aplicação. Os **dragsters** são carros de arranque fortíssimo, e seu desempenho é medido pelo lapso de tempo em que cobrem uma distância padrão (um quarto de milha, perto de 400 metros). Feixes de luz e fotocélulas são usados nas linhas de partida e chegada para controlar o contador que mede o lapso de tempo. O carro inicialmente está na linha de partida onde suas rodas dianteiras quebram o feixe de luz. Quando o sinal de partida é dado ao motorista, este põe o carro em movimento e a luz atinge a fotocélula. Isto gera um impulso elétrico que é utilizado para ativar o contador. O contador inicialmente está zerado e começa então a contar os pulsos provenientes da base de tempo. Normalmente é usado um sinal de 1 kHz para proporcionar uma resolução de 1 milissegundo na medição. O carro percorre a distância determinada e interrompe o outro feixe de luz ao cruzar a linha de chegada. Isto gera um outro pulso que é utilizado para fechar a porta e parar a medição do intervalo de tempo. Nesta aplicação existem dois pulsos de entrada independentes, um da fotocélula da linha de partida e outro da fotocélula da linha de chegada. Estes pulsos são usados como entradas para um flip-flop **set-reset**. A fotocélula da linha de partida coloca o flip-flop na condição **set**. O flip-flop então libera a porta. Quando o carro cruza a linha final, a respectiva fotocélula impõe ao flip-flop o estado **reset** e inibe a porta. O resultado presente no contador é o lapso de tempo.

Há muitas aplicações para o modo de medição intervalo de tempo. Uma outra aplicação eletrônica típica en-

volve a medida dos tempos em que o relé fica com os contatos abertos ou fechados. O contador também pode ser usado neste modo para medir intervalos de abertura do obturador de uma câmara.

#### Medição de razão entre freqüências

Outro modo de operação do contador digital é na medição de razões entre freqüências. Neste caso, ele é usado como um meio de comparação entre duas freqüências externas. Uma das freqüências é empregada para controlar o tempo em que a porta fica liberada, enquanto o outro sinal passa pela porta para ser registrado pelo contador. O número apresentado no mostrador é a razão entre as duas freqüências. neste modo de operação a base de tempo interna do contador não é utilizada. Ao invés disso, um dos sinais externos age como base de tempo. Para proporcionar maior resolução da razão entre duas freqüências que tenham valores próximos, um dos sinais pode passar pelo divisor de freqüência da base de tempo. Isto permitirá à porta ficar aberta por um tempo igual a 10, 100, 1000 ou mais vezes maior que o período da freqüência de referência.

#### Especificações do contador

Ao selecionar um contador para uma aplicação específica ou ao comparar contadores, você deve levar em conta certas especificações importantes. Definiremos e explicaremos agora estas especificações.

**Sensibilidade de entrada.** A sensibilidade de entrada é uma especificação que refere-se à quantidade de tensão de entrada necessária para que o contador possa operar adequadamente. Essa especificação usualmente expressa o valor mínimo da tensão de entrada exigido para um disparo seguro do contador. A maior parte dos bons contadores tem uma sensibilidade de menor que 100 mV. Contadores de maior qualidade apresentam sensibilidades tão baixas como 1 mV. Isso significa que a freqüência ou o período de um sinal cuja amplitude é da ordem de alguns milivoltos pode ser determinada. O circuito de entrada do contador geralmente incorpora alguma amplificação, permitindo que se possa trabalhar com sinais de níveis assim baixos.

Comumente é mais desejável um contador com alta sensibilidade. Mas, quanto maior sua sensibilidade, mais suscetível ele é a problemas de ruído. Os pulsos de ruídos que acompanham um sinal podem ser medidos, causando um falso disparo do contador e uma leitura imprecisa. Por essa razão geralmente é melhor utilizar um contador com um nível de sensibilidade compatível com a aplicação. Se não se exige uma sensibilidade ultra-

elevada, o custo do dispositivo pode ser reduzido e haverá menor susceptibilidade aos efeitos de ruído. Muitos contadores possuem ajuste do nível de sensibilidade, o que permite variar o nível de disparo da entrada numa ampla faixa, para casá-lo com cada aplicação.

**Impedância de entrada.** A impedância de entrada de um contador é a impedância vista no circuito de entrada do dispositivo. Esta é a impedância conectada à fonte de sinal cuja freqüência ou período queremos verificar. A maioria dos contadores comerciais possui valores de impedância de entrada na casa de 1 megohm de resistência, em paralelo com um pequeno valor de capacitância de 10 a 100 picofarads. Esta alta impedância de entrada destina-se a minimizar os efeitos de carga no circuito sob teste. Nas freqüências altas a parte mais importante da impedância de entrada passa a ser a capacitância em paralelo. Nas freqüências acima de 1 MHz é também desejável tomar em conta o efeito de todas as impedâncias de cabos. Normalmente, um cabo coaxial é utilizado para conectar o sinal e a entrada do contador. Tais cabos geralmente têm uma alta capacidade (mais de 30 pF por cm) que pode afetar significativamente a amplitude e as características do sinal sob medida. Uma ponta atenuadora de baixa capacidade e alta impedância, do tipo normalmente usado com osciloscópios pode servir para reduzir o efeito de carga capacitiva às custas da atenuação do sinal de entrada.

**Faixa de freqüência.** Os limites superior e inferior de freqüência de um certo contador definem a faixa de freqüência do aparelho. Devido a limitações do circuito, esses valores são restritos. Por exemplo, um contador mediano apresenta uma faixa de freqüência de 5 Hz a 30 MHz. O limite inferior de freqüência geralmente é determinado pelo valor do capacitor de acoplamento e a resistência da entrada. Na maioria dos contadores, o sinal é acoplado ao circuito de entrada através de um capacitor série. Nas freqüências menores, a reatância desse capacitor cresce e com a impedância de entrada, forma um divisor de tensão. Quanto maior a impedância de entrada e maior este capacitor, melhor é a resposta nas baixas freqüências. A maioria dos contadores comuns tem um limite inferior de freqüência na faixa de 1 a 5 Hz.

O limite superior de freqüência é função da resposta em freqüência do amplificador de entrada, do atraso de propagação da porta, e do limite máximo de contagem do contador de década. Alguns contadores simples de baixo custo possuem um limite superior de freqüência de apenas alguns me-

gahertz. Alguns contadores diretos comuns medem freqüências de até 1 gigahertz (1 GHz). E técnicas especiais de contagem permitem medir freqüências que chegam até a várias centenas de gigahertz.

**Dígitos do display.** O número de dígitos do mostrador é uma característica importante no contador. Quanto maior o número de dígitos, maior a resolução. Lembre-se que a resolução também depende dos tempos da porta e da base de tempo disponíveis no contador. A maior parte dos contadores de médio e baixo preço tem um mínimo de cinco dígitos no mostrador. Os contadores para medição de freqüências muito altas na faixa de GHz apresentam até nove dígitos.

**Base de tempo.** Uma outra característica muito importante em qualquer contador são os recursos da base de tempo. Isto inclui a freqüência, os intervalos e a estabilidade do oscilador. Como regra geral, quanto maior o número de sinais oferecidos pela base de tempo, maior a flexibilidade na realização das medidas de tempo e freqüência. Quanto maior a freqüência, maior a resolução que pode ser obtida nessas medições. A precisão e a estabilidade do oscilador a cristal desta unidade são fatores importantsíssimos na qualidade do contador. A freqüência do oscilador a cristal geralmente é ajustável numa faixa estreita para permitir colocar o contador na freqüência exata frente um padrão conhecido de precisão. A partir deste ponto a estabilidade do contador determinará o quanto esta freqüência varia devido a mudanças na temperatura ou no decorrer do tempo. Ambas as estabilidades, a longo prazo e a curto prazo devem ser consideradas.

A estabilidade a curto prazo é afetada principalmente pelas perdas inerentes ao próprio circuito do oscilador. As variações na temperatura afetam grandemente a estabilidade a curto prazo do oscilador. Técnicas de compensação térmica são usadas para ajudar a estabilizar as variações de freqüência com a temperatura.

A estabilidade a longo prazo de um oscilador a cristal relaciona-se à idade do cristal. A maior parte do envelhecimento do cristal tem lugar nos primeiros meses de operação, causando derivação. Depois disso, esta se estabiliza num nível muito baixo. Uma ampla gama de características de estabilidade é encontrada nos contadores comerciais. O grau de estabilidade desejado depende da aplicação.

**Modos de operação.** Uma característica importante na seleção de um contador é a disponibilidade de vários modos de medição. A maior porcentagem dos contadores oferecidos comercialmente tem apenas o modo me- ►

dição de freqüência. Como este é o modo de operação mais comum, isto não é uma desvantagem. Se sua aplicação exigir somente a medição de freqüência, este contador será suficiente. Entretanto, se o contador destinhar-se ao uso num laboratório de testes ou de aplicações gerais, será necessário incluir outros modos de operação, como a medição de período, intervalo de tempo, totalização e razão entre freqüências.

#### Pequeno teste de revisão

1 — Quando o sinal de entrada de um contador controla o intervalo da porta, o modo de operação é o de:

- período
- freqüência
- totalizado
- razão

2 — Em quais dos modos do contador a base de tempo não é usada?

- freqüência
- período
- totalizado
- intervalo de tempo
- razão

3 — Qual modo é geralmente usado para aumentar a precisão das medições em baixa freqüência?

- freqüência
- período
- totalizado
- intervalo de tempo
- razão

4 — No modo medição de intervalo de tempo, uma freqüência de 10

kHz é selecionada na base de tempo. Qual é a resolução de tempo?

- 1 us
- 10 us
- 100 us
- 1 ms

5 — No modo medição de freqüência de um contador digital, o intervalo do pulso da porta é 10 us. O display de 5 dígitos mostra 706. Qual a freqüência representada?

- 70,6 kHz
- 706 kHz
- 7,06 MHz
- 70,6 MHz

6 — A freqüência máxima que pode ser indicada por um contador de seis dígitos com um intervalo da porta de 1 ms é \_\_\_\_\_ MHz.

7 — Um contador computadorizado usualmente mede o \_\_\_\_\_ para depois calcular a \_\_\_\_\_.

8 — Nas altas freqüências, a impedância de entrada para um contador é principalmente

- capacitiva
- indutiva
- resistiva
- um megohm

9 — Qual das seguintes características não afeta o limite superior de freqüência de um contador?

- sensibilidade de entrada
- atraso de propagação da porta
- largura de banda do circuito de entrada
- velocidade do contador BCD

10 — A precisão das medições de

tempo e freqüência de um contador é função direta da qualidade da base de tempo. A freqüência da base de tempo é, por sua vez, grandemente afetada por variações na \_\_\_\_\_.

11 — Um sinal de 5,273 MHz é aplicado a um contador de 5 dígitos com um intervalo de porta de 1 segundo. O display indica \_\_\_\_\_.

#### Respostas

- período (a)
- (c) totalizado e (e) razão
- (b) período
- (c) 100 us  
 $t = 1/f = 1/10000 = 100 \text{ us}$
- (d) 70,6 MHz

Há 1.000.000 de microsegundos por segundo ou  $100.000 \times 10 \text{ us} = 1.000.000 \text{ us}$ . Portanto, se um contador conta 706 pulsos em 10 us, ele conta  $706 \times 1.000.000 = 706.000.000$  pulsos em um segundo. O que significa uma freqüência de 70.600.000 pulsos por segundo ou 70,6 MHz.

- 999.999 MHz.
- período; freqüência
- (a) capacitiva
- (a) sensibilidade
- temperatura
- 73.000

Com uma entrada de 5,273 MHz, 5.273.000 pulsos ocorrem durante o intervalo de um segundo da porta. O contador de 5 dígitos tem uma capacidade de 99999. Portanto, ele indicará apenas os cinco dígitos menos significativos da entrada, ou 73.000.

## DIGITEMPO: o relógio digital de mesa que alia um formato compacto e elegante a um grande display.

- Aceita rede de 110 ou 220 V.
- Montagem simples! Utiliza o módulo MA 1023 A.
- Números de 18 mm de altura.
- Três opções de montagem: despertar contínuo, repetitivo (soneca) ou visualização de segundos.
- Alarme perfeitamente audível e de timbre agradável.
- Três comandos ajustam a hora e o despertar.



FILCRES IMPORTAÇÃO E REPRESENTAÇÃO LTDA.  
Rua Aurora, 165/171 - CEP 01209 - Caixa Postal 18.767 - SP  
Tels.: 223-7388 - 222-3458 e 221-0147 - Telex: 1131298 FILG BR

# Instrumentação analógica e digital básica

## Solução

## Os medidores digitais e a conversão analógica para digital

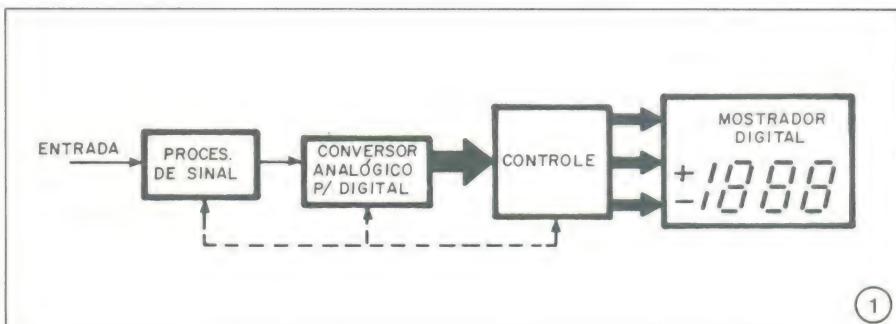
Nesta lição iniciamos a segunda fase do nosso curso, que será dedicada aos instrumentos digitais de medição. Alguns dos itens que veremos incluem os métodos de conversão analógica-digital, as técnicas de integração e não integração, a medição de corrente e resistência pelos multímetros digitais, vários tipos de **display**, características dos medidores digitais (resolução, precisão, sensibilidade) e análise comparativa com os medidores analógicos.

Esta lição inclui ainda, a título de complementação, um pequeno exame relativo à primeira parte do curso — os medidores analógicos — para sua auto-avaliação quanto aos principais tópicos vistos.

Os medidores digitais detectam quantidades analógicas e as convertem em leituras digitais equivalentes. Talvez você não tenha uma noção exata da diferença entre um sinal analógico e um digital. Mas, recorrendo a alguns exemplos clássicos podemos explicar em rápidas palavras essa diferença.

Dizemos que uma informação está na forma analógica quando seus valores variam de modo contínuo, isto é, passando por todos os possíveis pontos situados entre eles. Um relógio comum é um exemplo bem típico de instrumento analógico: seu ponteiro efetivamente "caminha" ao longo do mostrador, passando por todos os pontos deste. Os instrumentos que vimos até a lição anterior são também todos analógicos: o voltímetro, o ohmímetro, o multímetro eletrônico, os instrumentos de ponteiro em geral são analógicos.

Nos sinais digitais, a variação dos valores acontece de um modo que denominamos discreto, o que quer dizer: por incrementos ou passos. O odômetro dos carros (o indicador da quilometragem percorrida) ilustra bem essa idéia. Os relógios digitais, é claro, são também exemplos bem caracterizados da apresentação digital de uma informação. A variação do tempo se dá em passos fixos, horas, minutos, segundos, décimos, conforme a precisão do aparelho.



1

Os medidores digitais tomam as informações analógicas e as passam para a forma digital usando como base os **conversores analógicos-digitais**. A figura 1 é um diagrama de blocos que mostra os principais elementos de qualquer instrumento digital de medição.

A quantidade desconhecida a ser medida é primeiro aplicada a um processador de sinal. Este processador deve adaptar o sinal da entrada a um formato conveniente para o conversor A/D. O conversor exige uma tensão CC limitada em uma certa faixa e, com isso, o processador tem de amplificar ou atenuar a entrada, convertê-la de CA para CC, e de corrente para tensão, segundo a necessidade particular de cada caso. No caso de medição de resistência, o processador deve também fornecer uma fonte de corrente para realização dessa função.

Já o conversor A/D faz apenas uma coisa: pega a tensão CC do processador e a converte num número digital. Os conversores digitais são simples dispositivos de faixa. Estas faixas variam de dispositivo para dispositivo com alguns valores típicos de fundo de escala, como 200 mV, 1 V, 2 V e 10 V. Todas as entradas para um conversor A/D devem ser de tensão contínua e dentro da faixa apropriada. Muitas das características do medidor são determinadas nestes dois primeiros estágios. A impedância de entrada, a sensibilidade, o número de faixas e o número de dígitos, são todos determinados aí.

O bloco de controle dirige o fluxo de informação dentro do medidor. Nos equipamentos muito simples, ele faz pouco mais do que transferir a saída do conversor A/D para o mostrador. Em outros medidores, porém, funções ►

de temporização bastante complexas são controladas por ele.

O mostrador digital ou **display** é o mais óbvio. Permite visualizar o resultado do trabalho do medidor.

Nós estudaremos com maior detalhe esses blocos, começando pelo conversor analógico para digital.

### A conversão analógica/digital

Existem duas técnicas básicas de conversão analógica para digital, a integração e a não integração. Cada uma dessas técnicas tem suas vantagens e desvantagens. A escolha depende da aplicação visada. Em ambas há vários meios de conseguir a conversão. Começaremos nosso estudo pelas técnicas de integração.

### As técnicas de integração

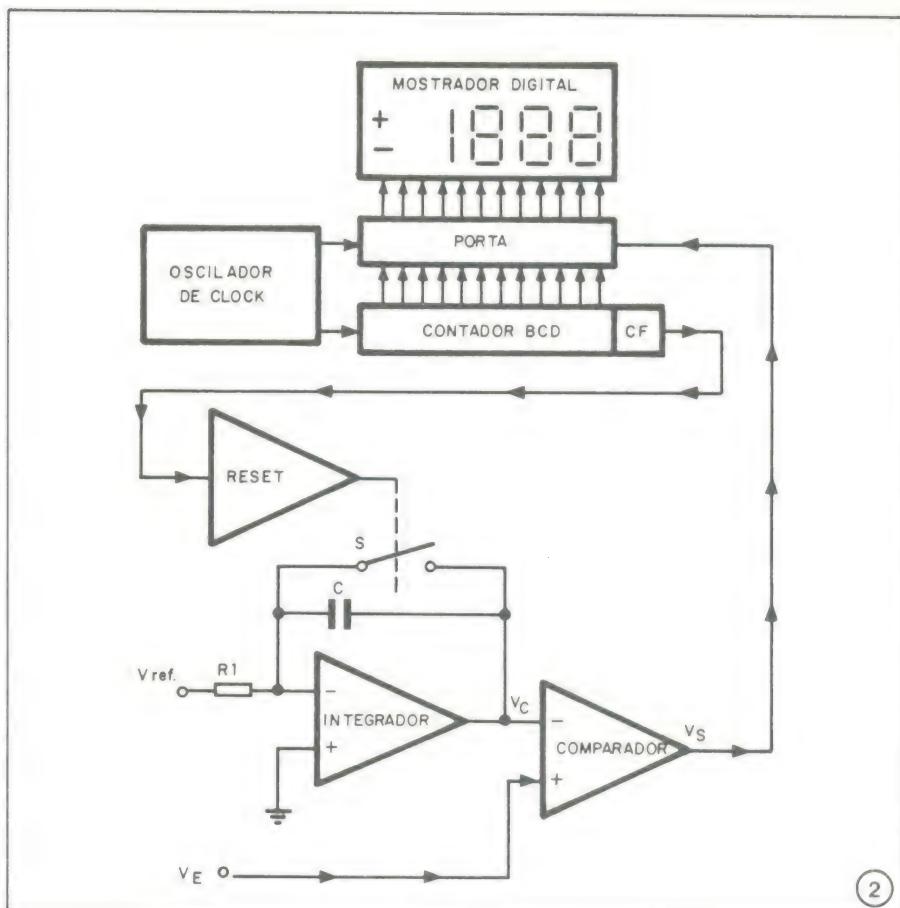
Estas técnicas são também chamadas técnicas de carga ou de medição. Basicamente, os conversores de integração medem o tempo requerido para um capacitor carregar-se até uma dada tensão de referência. Assim, a carga no capacitor igualará a tensão de entrada média para aquele período de tempo.

Uma grande vantagem da técnica de integração é a redução dos efeitos de ruído. Devido ao ruído ser usualmente alternado ele afeta menos a medição. De fato, você verá que com algumas técnicas ele será reduzido a praticamente zero.

Existem vários métodos de desempenho das técnicas de integração na conversão A/D. Alguns são muito simples e outros mais complexos. Começaremos nossa análise por um dos métodos mais simples.

**Conversão A/D com rampa simples.** O conversor A/D da figura 2 é do tipo rampa simples. Ele requer um oscilador controlado por cristal como **clock**, uma precisa fonte de tensão como referência e um circuito RC de valor bastante exato. A precisão do medidor depende da estabilidade destes componentes.

O contador BCD conta continuamente a saída do oscilador de **clock**. A cada vez que o contador atinge uma contagem completa, CF (um flip-flop contador do total) muda de estado. Esta mudança é aplicada ao amplificador de **reset** e comuta a posição da chave S. Embora pela figura pareça uma chave manual, na verdade S é alguma forma de chave com dispositivo eletrônico. Quando a saída do CF está alta, S é fechada e o capacitor C é descarregado. A forma de onda R, na figura 3, mostra a saída de CF. A chave estará aberta durante o tempo que vai de T1 a T3, permitindo a carga de C.



2

Toda vez que a chave está aberta, C é carregado pela fonte de corrente constante composta de V de referência e R1. Isto causa um acréscimo linear em  $V_C$ , como mostra a figura 3. Pela figura 2 você vê que  $V_C$  é aplicada à entrada inversora do comparador. A tensão desconhecida do processador de sinal ( $V_E$ ) é aplicada à entrada não inversora do comparador. A saída deste ( $V_S$ ) ficará alta até que  $V_C$  supere  $V_E$ . Tão logo  $V_C$  excede  $V_E$ , caso ilustrado por T2 na figura 3,  $V_S$  vai para nível baixo.  $V_S$  permanece baixa enquanto  $V_C$  é maior que  $V_E$ .

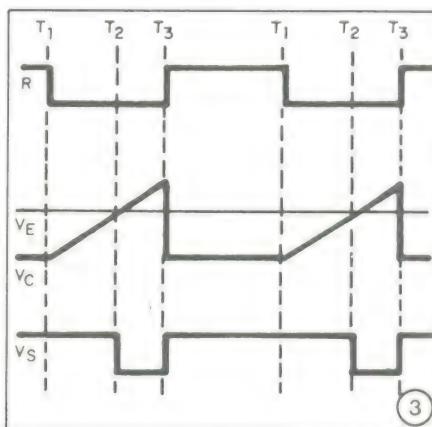
$V_S$  é aplicada ao circuito da porta. Quando está baixa, a porta permanece aberta e o número do contador BCD passa para o mostrador digital. Uma vez que o contador BCD conta os pulsos de **clock** a um ritmo constante e C também se carrega a um ritmo constante, há uma relação direta entre  $V_C$  e o número no contador.

A figura 3 mostra que o contador começa a contagem em T1, e  $V_C$  começa subindo. Em T2, quando  $V_C$  se equipara a  $V_E$ , o conteúdo do contador é mostrado. Portanto, o número transferido para o **display** é determinado pela amplitude de  $V_E$ . Com a calibração apropriada, o mostrador digital pode indicar o valor de  $V_E$ .

Um mostrador de 3 1/2 dígitos, como o da figura 2, requer 2000 pulsos de

**clock** para cada leitura. Esse **display** pode mostrar até 1999. Se o **display** for incrementado em uma unidade para cada pulso contado, 1999 pulsos serão exigidos para a contagem máxima. Mais um pulso será então necessário para o **reset** do contador e sua preparação para a próxima conversão. Assim, um mínimo de 2000 pulsos é necessário para cada conversão. Este é o número **mínimo** de pulsos requerido.

O tempo requerido para uma conversão é fator da frequência de **clock**. Por exemplo, 2 mil pulsos de um **clock** de 10 MHz requerem 200 microsegundos, o que daria 5000 conversões por segundo. Porém, com uma frequência



3

de **clock** de 1 MHz, 2 mil pulsos requerem 2 milissegundos e resultam em 500 conversões por segundo.

Há diversos outros fatores que afetam o número de leituras por segundo que um medidor pode fazer. O tempo RC do integrador é de grande importância e deve ser mantido de tal modo que a rampa seja linear. Veremos mais tarde, na integração em rampa dupla, que certos períodos de integração têm vantagens inerentes.

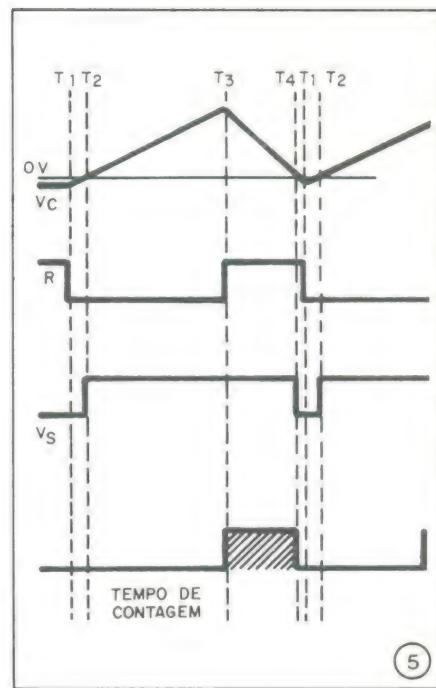
A resposta em frequência do processador de sinal é um fator de limitação na velocidade de conversão. Até que uma variação na amplitude possa ser processada e enviada ao conversor, ele não pode ser convertido. Portanto, o tempo que ele leva para estabilizar-se num novo valor deve ser acrescentado ao tempo de conversão.

Embora seja teoricamente possível a um conversor de rampa simples desempenhar 5000 conversões por segundo com um **clock** de 1 MHz, é extremamente improvável encontrar um ritmo próximo a esse valor num medidor comercial. Na realidade, a maioria dos

rências, de R e de C, devem ser muito boa. Uma variação em qualquer desses parâmetros afeta diretamente a precisão.

**Integração em rampa dupla.** O método de conversão A/D de rampa dupla é provavelmente o de uso mais difundido hoje. Com esse método, o capacitor do integrador é levado a carregar-se por um período fixo de tempo. A carga do capacitor ao final desse tempo depende unicamente da amplitude da entrada. Ao final do tempo fixo de carga o capacitor é descarregado por uma fonte de corrente constante. O tempo exigido para essa descarga é contado e o resultado mostrado como tensão ou corrente.

A figura 4 mostra um diagrama de blocos simplificado do integrador de rampa dupla. Começaremos nossa explicação sem a presença de sinal na entrada. O sinal de **reset** indicado por R na figura 5 está no nível alto. A chave S está na posição  $V_R$ . A tensão positiva de referência aplicada à entrada inversora do amp op carrega C de modo tal que  $V_C$  será um valor negativo. Mas, ela é limitada pelo diodo D a aproxima-



5

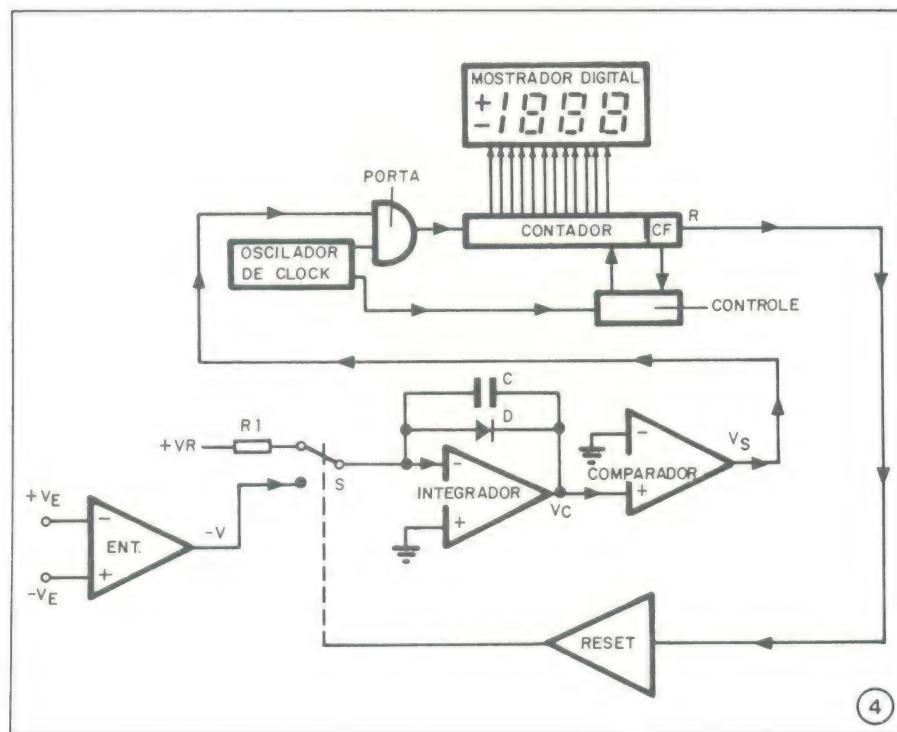
para 1 e libera a porta. Os pulsos de **clock** agora alimentam o contador que inicia uma contagem. Lembre-se que a informação do contador não é enviada ao mostrador antes do comando do controle. Neste momento, o **display** está apresentando ainda a conversão anterior.

A contagem prossegue por um período fixo de tempo. Tal tempo é determinado pelo circuito de controle e não é afetado de modo algum pela tensão de entrada. Como C carrega-se num tempo fixo, sua carga ao final desse período é diretamente proporcional à tensão de entrada.

Findo o tempo de carga, que corresponde a T3 na figura 5, CF avisa a unidade de controle e muda a linha de **reset** para 1. O controle zera o contador e a tensão de **reset** comuta a chave S para a posição  $+V_R$ . O contador uma vez mais inicia a contagem a partir de zero quando C começa a descarregar-se.

$V_R$  é uma precisa tensão de referência. Ao lado de R1 ela forma uma fonte de corrente que descarrega C num ritmo constante. Assim, o tempo requerido por C para descarregar-se é determinado somente por sua carga, que foi, por sua vez, determinada pela tensão da entrada. Quando  $V_C$  passa através da linha de zero volt,  $V_S$  vai para 0, inibindo a porta e interrompendo a contagem.

O tempo de contagem de T3 a T4 é o tempo necessário para a descarga do capacitor. Este tempo é proporcional à tensão de entrada. Portanto, a contagem que é transferida ao mostrador digital é proporcional à tensão de entrada. Esse resultado será mantido até



4

medidores comuns utilizam um ritmo de conversão inferior a 10 por segundo.

A principal vantagem do método de integração com rampa simples é a simplicidade. Ele não é o mais preciso dos métodos; porém, permite obter facilmente precisões de 1 por cento, tornando-se uma alternativa atraente no aspecto economia.

O maior empecilho do método de rampa simples é que a estabilidade do oscilador de **clock**, da tensão de refe-

damente - 0,5 V. A saída do comparador estará baixa e a porta inibirá os pulsos de **clock** dirigidos ao contador.

Em T1 (figura 5), o circuito de controle "limpa" o contador e coloca o **reset** R ao nível baixo. Com R baixo, a chave S passa para a posição -V. Como -V deriva de  $V_E$ , C carregasse numa razão proporcional à amplitude da tensão sob medida. A polaridade da carga de C é tal que  $V_C$  será positiva. Quando  $V_C$  passa por zero volt, em T2,  $V_S$  vai

## EXAME SOBRE MEDIDORES ANALÓGICOS

1) Qual das seguintes afirmativas descreve melhor o que acontece no galvanômetro de d'Arsonval?

- uma bobina condutora de corrente que gira no campo de um imã permanente.
- a corrente através de uma bobina causa a rotação de um imã permanente.
- o fluxo de corrente por uma bobina cria um campo magnético que causa a rotação de uma outra bobina.
- dois imãs permanentes são atraídos um pelo outro.

2) O medidor eletrodinâmico é capaz de medir:

- somente CC.
- CC e CA.
- somente CA.
- CC e CA se o retificador apropriado for usado.

3) O medidor termoacoplado:

- mede CC e CA numa ampla gama de freqüências.
- não é capaz de medir CA.
- mede CC e CA numa faixa muito estreita de freqüências.
- não é capaz de medir CC.

4) Um medidor de CA tipo retificador deve responder ao:

- valor médio da corrente.
- valor RMS da corrente.
- valor de pico da corrente.
- valor pico a pico da corrente.

5) Um galvanômetro de  $50 \mu\text{A}$  tem uma resistência de  $1500 \Omega$ . Qual o valor da resistência shunt necessária para estender a faixa a  $5 \text{ mA}$ ?

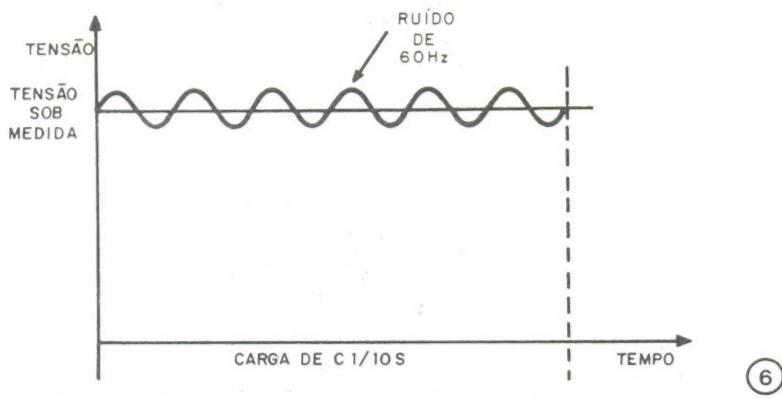
- $98,5 \text{ k}\Omega$ .
- $15,15 \Omega$ .
- $15,15 \text{k}\Omega$ .
- $98,5 \Omega$ .

6) O mais importante fator a considerar na seleção de um medidor é:

- precisão.
- sensibilidade.
- custo.
- aplicação.

7) Um galvanômetro de  $10 \mu\text{A}$  tem uma resistência de  $2500 \Omega$ . Qual o valor do multiplicador requerido para ampliar a faixa para  $200 \text{ V}$ ?

- $0,125 \Omega$ .
- $20 \text{ M}\Omega$ .
- $19.997,5 \text{ k}\Omega$ .
- $19.997,5 \Omega$ .



que outro ciclo se complete e outra contagem seja feita.

Como C é comum tanto à carga como à descarga, mesmo uma variação apreciável no valor desse capacitor terá pouco efeito na precisão da conversão. Se, por exemplo, C crescer em valor, ele se carregará até uma tensão menor durante um dado período de tempo. Porém, também levará mais tempo para descarregar-se com uma certa corrente. Desse modo, as duas variações tendem a cancelar-se e representam um efeito muito pequeno na precisão.

O método de conversão em rampa dupla é também relativamente imune à derivação do oscilador. Uma vez que o tempo dado ao capacitor para carregar-se é determinado pelo número de pulsos de **clock** contado, e o número de pulsos contado durante a descarga do capacitor vem do mesmo oscilador de **clock**, a freqüência real do oscilador tem pouco ou nenhum efeito na medição. Evidentemente, se o oscilador mudar de freqüência durante o curso da conversão, a precisão dessa conversão será afetada. Mas, uma derivação prolongada será devidamente compensada.

A integração em rampa dupla elimina efetivamente o ruído associado ao sinal de entrada, quando o período desse ruído é um múltiplo do tempo de carga do capacitor. Uma das mais comuns fontes de ruído é a linha de tensão comercial (60 Hz). Para ver como esse ruído pode ser eliminado observe a figura 6. Nesse exemplo escolhemos um tempo de carga do capacitor de  $1/10$  de segundo. Nesse tempo ocorrem exatamente seis ciclos de ruído de 60 Hz. A média de um sinal senoidal de onda completa é zero e, assim, a média de qualquer número de ondas senoidais é zero também. Portanto, selecionando um tempo de carga adequado que seja múltiplo exato da freqüência da rede, o efeito do ruído de 60 Hz pode ser eliminado, como qualquer harmônica daquela freqüência.

Uma boa precisão e uma boa rejeição de ruído podem ser obtidas com

rítmos de conversão de dez amostras por segundo, ou menos, o que torna o método de rampa dupla um dos mais lentos processos de conversão.

### Teste de revisão

1 — Todos os voltímetros digitais usam algum tipo de conversor \_\_\_\_\_.

2 — As duas técnicas de conversão analógica-digital são \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_.

3 — O método de conversão A/D em rampa simples é um exemplo de técnica de \_\_\_\_\_.

4 — O método de rampa simples tem um ritmo de leitura razoavelmente rápido, mas uma \_\_\_\_\_ relativamente baixa.

5 — Um método similar ao de rampa simples, mas com melhor resolução e precisão é o de \_\_\_\_\_.

6 — Com o método de integração por dupla rampa o capacitor de integração deve carregar-se num período de tempo \_\_\_\_\_.

7 — Esse método de conversão (dupla rampa) é relativamente imune a \_\_\_\_\_ associados ao sinal de entrada e a pequenas variações no valor do capacitor.

8 — A carga ao final do período de integração depende da \_\_\_\_\_ da entrada.

9 — Ao fim do período de carga o capacitor descarrega-se por uma fonte de corrente \_\_\_\_\_.

10 — O \_\_\_\_\_ requerido para a descarga representa a tensão da entrada.

10. tempo

9. constante

8. amplitude

7. ruidos

6. fixo

5. rampa dupla

4. precisão

3. integrador

2. integrador; não integrador

1. analógico-digital

Respostas

8) A sensibilidade de um voltímetro de múltiplas faixas:

- a. é maior nas faixas maiores.
- b. é maior nas faixas menores.
- c. depende da tensão aplicada.
- d. depende do galvanômetro.

9) Um galvanômetro tem uma resistência de  $3000 \Omega$ . Se uma bateria de 1,5 V é usada, qual o valor da resistência série necessária para um ohmímetro básico?

- a.  $3 k\Omega$ .
- b.  $12 k\Omega$ .
- c.  $15 k\Omega$ .
- d.  $18 k\Omega$ .

10) A maior vantagem de um medidor eletrônico sobre um medidor passivo é a :

- a. precisão.
- b. estabilidade.
- c. versatilidade.
- d. sensibilidade.

11) Em um voltímetro eletrônico típico, a alta impedância de entrada é conseguida pelo uso de:

- a. um FET.
- b. um amp op.
- c. retificadores.
- d. entradas capacitivas.

12) A função ohms baixa tensão no ohmímetro de um medidor eletrônico é mais útil para teste de:

- a. transistores.
- b. diodos.
- c. resistores.
- d. todos os anteriores.

13) Comparado a um multímetro de 50 quilohms por volt o efeito de carga de um multímetro eletrônico típico é:

- a. maior quando medindo baixas tensões.
- b. menor quando medindo baixas tensões.
- c. igual tanto com tensões altas como baixas.
- d. não pode ser comparado.

14) Devido ao efeito de carga do medidor, a tensão nele indicada pode ser

a tensão real sob medição.

- a. maior que
- b. menor que
- c. igual
- d. tanto menor como maior que

2. (b) O medidor eletrodinâmico é igualmente capaz de medir tanto CA como CC.

3. (a) O medidor termoacoplado mede CC e CA sobre uma larga faixa de freqüências.

4. (a) O medidor de CA tipo retificador responde ao valor médio da corrente; mas, é usualmente calibrado para indicar o valor RMS.

5. (b) A corrente pelo shunt é de  $5 \text{ mA} - 5 \mu\text{A} = 4,95 \text{ mA}$ . A tensão sobre a malha paralela é  $50 \mu\text{A} \times 1,5 k\Omega = 75 \text{ mV}$ . A resistência shunt é

$$\frac{75 \text{ mV}}{4,95 \text{ mA}} = 15,15$$

6. (d) O fator mais importante a ser considerado na seleção de um medidor é a aplicação a que se destina. Todas as características devem ser escolhidas para preencher essa exigência.

7. (c) A relação ohms por volt do medidor é

$$\frac{1}{10 \mu\text{A}} = 100 k\Omega / \text{V}$$

A resistência total é  
 $100 k\Omega / \text{V} \times 200 \text{ V} = 20 \text{ M}\Omega$

O multiplicador é  
 $20 \text{ M}\Omega - 2,5 \text{ k}\Omega = 19.997,5 \text{ k}\Omega$

8. (d) A sensibilidade de um voltímetro é determinada somente pelo galvanômetro utilizado.

9. (c) A resistência total para a corrente de fim de escala é

$$\frac{1,5 \text{ V}}{100 \mu\text{A}} = 15 \text{ k}\Omega$$

A resistência adicional necessária é  
 $15 \text{ k}\Omega - 3 \text{ k}\Omega = 12 \text{ k}\Omega$

10. (d) A maior vantagem de um multímetro eletrônico sobre o tipo passivo é sua sensibilidade maior ou maior resistência de entrada.

11. (a) Um voltímetro eletrônico usualmente emprega alguma forma de circuito de entrada com FET para aumentar sua impedância de entrada.

12. (c) A função ohms baixa tensão (LV) de um ohmímetro eletrônico não pode ser usada para testar transistores ou diodos porque sua tensão é muito baixa e não chega a polarizar diretamente a junção PN. Destina-se, sim, à medição da resistência dessas junções.

13. (b) O efeito de carga do multímetro eletrônico deve ser menor quando da medição de baixas tensões, devido à sua alta resistência de entrada em todas as faixas, enquanto a resistência de entrada dos multímetros comuns varia com as faixas.

14. (b) O efeito de carga de um voltímetro pode fazer com que a tensão medida seja menor que a tensão real do circuito.

## AMPLITENA

Sem dúvida um grande problema que têm as antenas para rádios de carros está no fato de serem externas, ou seja, ficarem do lado de fora do veículo. Com isso ficam sujeitas a todo tipo de intempéries climáticas e maledicências por parte de trombadinhas e trombadões. Não é raro alguém chegar diante de seu carro e encontrar a pobre antena, quebrada e às vezes nem encontrá-la. Isso sem falar na ferrugem e na infiltração de água no chassi.

A amplitena oferece uma solução simples para todos esses problemas: ela fica do lado de dentro do automóvel, sob os cuidados e a proteção direta do seu dono. E não é apenas uma reles antena; inclui ainda dois pré-amplificadores para melhorar a recepção: um para AM e outro para FM. Depois disso, só tem problemas mesmo com antenas quem quer.

### KITs NOVA ELETRÔNICA para amadores e profissionais

À VENDA: NA FILCRES  
E REPRESENTANTES

\* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \*  
**BOAS**  
**FESTAS**  
**são os**  
**votos da**

**NOVA**  
**ELETRO**  
**NICA**



# Finalmente

## um alto-falante projetado para o seu carro



BA 69 G

BA 6 G

com a mesma tecnologia dos  
alto-falantes Bravox vendidos para a  
indústria naval americana.

- É o único que permite instalação por fora sem remoção das laterais.
- Conjunto à prova d'água, maresia e poeira.
- Tela fixa e com tratamento anti-ferrugem e anti-riscagem.
- Sistema magnético de alto fluxo, totalmente encapsulado.



mais um lançamento com a qualidade e garantia

hi-fi car  
**bravox**